



8º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2014  
12 a 14 de agosto de 2014 – Campinas, São Paulo

## COMPARAÇÃO ENTRE CLASSIFICAÇÃO SEMIAUTOMÁTICA E O MÉTODO CEI UTILIZANDO DADOS MODIS PARA O MAPEAMENTO DE ÁREAS DE SOJA NO ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL

Renan Pfister **Maçorano**<sup>1</sup>; Luiz Eduardo **Vicente**<sup>2</sup>; Daniel de Castro **Victoria**<sup>3</sup>; Daniel Gomes dos Santos W. **Loebmann**<sup>4</sup>; Carolina Lobello **Loresini**<sup>5</sup>

Nº 14507

**RESUMO** - A soja é um dos grandes motores da agricultura brasileira, o que faz com que o país ocupe papel de destaque na produção e exportação dessa cultura. Assim, busca-se, por meio do uso de geotecnologias, melhorar o rendimento e localizar com precisão as áreas produtoras. Neste trabalho, foram empregados os métodos de classificação semiautomática e Crop Enhancement Index (CEI) às imagens do sensor MODIS, para obtenção das áreas de agricultura temporária no Estado de Mato Grosso do Sul. Posteriormente, os resultados obtidos foram comparados aos dados de área plantada do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) para o ano agrícola de 2012. As avaliações dos resultados mostraram que o mapeamento de grandes áreas de soja foi satisfatório para ambos os métodos, contudo a classificação CEI evidenciou melhor correlação com a área plantada total de soja informada pelo IBGE.

**Palavras-chaves:** Amplitude, CEI, índice de vegetação, Mato Grosso do Sul, MODIS, soja.

1 Autor, Bolsista CNPq (PIBIC): Graduação em Geografia, Unicamp, Campinas-SP; renanpfister@gmail.com.

2 Orientador: Pesquisador da Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas-SP; luiz.vicente@embrapa.br.

3 Colaborador: Pesquisador da Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas-SP.

4 Colaborador: Analista da Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas-SP.

5 Colaborador: Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária, PUCC, Campinas-SP.



**ABSTRACT** - Soybean is one of the great drivers in Brazilian agriculture, which puts the country in a leading position in the production and exports of this culture. Thus, using the geotechnologies, researchers strive to improve the soybean yield and to precisely locate the production areas. In this study we used the semiautomatic classification and the crop enhancement index (CEI) methods applied to MODIS images to detect temporary agriculture areas in the Mato Grosso do Sul state. The results obtained were then compared with planted areas data from the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE) for the 2012 agricultural year. The results of both methods showed satisfactory quality for the mapping of large soybean areas, but the CEI classification showed better correlation with IBGE's soybean total planted area.

**Key-words:** Amplitude, CEI, Vegetation index, Mato Grosso do Sul, MODIS, soybean.

## **1 INTRODUÇÃO**

A soja tem obtido destaque na economia nacional em decorrência da sua importância. O uso de ferramentas de monitoramento faz-se necessário para o governo e os setores produtivos controlarem e tomarem decisões sobre as safras (RIZZI et al., 2009). Segundo dados de IBGE (2012), o Estado de Mato Grosso do Sul era o quinto maior produtor de soja em grãos do Brasil, com uma área plantada de 1.814.136 ha. O estado vem crescendo na produção dessa cultura em grande escala e, a partir de um levantamento preliminar, foi observado que há poucos estudos relacionados ao mapeamento de grande escala para a região. Porém, algumas pesquisas são observadas para outros estados produtores, como Mato Grosso, Paraná, Goiás e Rio Grande do Sul. Os estudos concentrados em certas regiões podem ser explicados por Castillo (1999) citado por Ibañez e Castillo (2002) que relaciona as características fisiográficas e geoeconômicas como fator para a adoção dos usos de geotecnologias em uma região enquanto outras permanecem obsoletas.

O sensoriamento remoto proporciona a obtenção de informações valiosas que irão permear as mais diversas atividades agrícolas e, conseqüentemente, a distribuição espacial e as estratégias de gestão por meio das respostas espectrais dos alvos (VICENTE et al., 2012). Com isso em mente, é possível dispor de uma série de recursos para monitorar e mapear as atividades agrícolas, entre elas o emprego de índices de vegetação, como o Enhanced Vegetation Index (EVI) ou o Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), que permitem observar o desenvolvimento



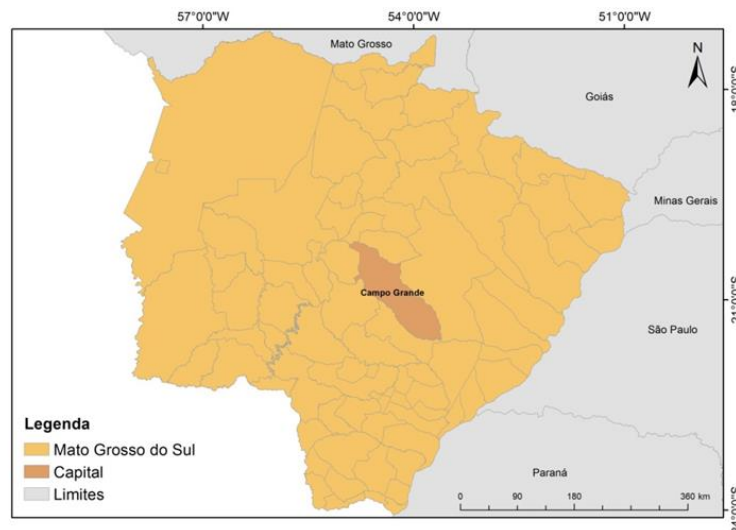
fenológico da vegetação e, com isso, inferir inúmeras avaliações sobre as culturas agrícolas e suas safras (LOHMANN et al., 2007).

No presente trabalho, busca-se avaliar dois métodos de classificação, semiautomática em imagens de amplitude e Crop Enhancement Index (CEI), a partir da utilização do produto MOD13Q1 do sensor MODIS para o Estado de Mato Grosso do Sul no ano agrícola de 2012, e verificar se as metodologias são válidas ao analisar os resultados das áreas de cobertura de agricultura temporária. Vale ressaltar que ambas as metodologias detectam vegetação com rápido desenvolvimento e senescência, e os conhecimentos prévios das culturas plantadas no estado, bem como os dados fornecidos pelo IBGE aferem a predominância da soja.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Área de estudo**

O Estado de Mato Grosso do Sul (Figura 1), situado na região Centro-Oeste, tem área de 357.124,96 km<sup>2</sup> dos quais 89.318 km<sup>2</sup> situados no Bioma Pantanal (MATO GROSSO DO SUL, 2014).



**Figura 1.** Localização da área de estudo, destacando os limites municipais e a capital do Estado de Mato Grosso do Sul.

### **2.2 Metodologia**

As imagens MODIS foram adquiridas por meio do portal Reverb/ECHO, da NASA, no endereço <http://reverb.echo.nasa.gov/reverb>. Para mapear o Estado de Mato Grosso Sul foram necessários quatro *tilas* de imagens MODIS (h12v11, h13v11, h12v10, h13v10). As imagens MODIS foram utilizadas em decorrência da sua alta resolução temporal, com tempo de revisita



## 8º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2014 12 a 14 de agosto de 2014 – Campinas, São Paulo

diário em determinadas áreas, bem como melhor possibilidade de obtenção de imagens que não estejam comprometidas por cobertura de nuvens. Para o trabalho, foi selecionado o produto MOD13Q1, que contém índices de vegetação, como o NDVI e o EVI (LATORRE et al., 2007), disponibilizados na forma de composições temporais de 16 dias, e que tem resolução espacial de 250 m. Ao todo, 23 imagens de NDVI, referentes ao ano safra 2012 no estado, foram extraídas e utilizadas para a classificação. Foi aplicado um filtro para remover os valores mínimos locais e, assim, reduzir os pontos discordantes na série temporal de imagens, ocasionados por interferências de nuvens. Após esse processo, foi realizada uma análise de transformada de Fourier, na qual a informação relacionada ao dado temporal foi transformada em informação de frequência, o que possibilitou a criação de imagens de amplitude 1, 2 e 3, que se referem, respectivamente, aos períodos de um ano, um semestre e um trimestre. A série temporal empregada foi de um ano.

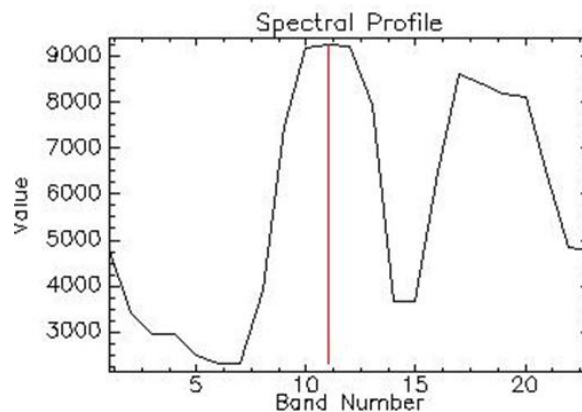
As imagens foram normalizadas para valores entre 0 e 1.00, valores escalares que facilitam a distinção entre as classes, e foi feita uma classificação não supervisionada com dez classes. As imagens de amplitude do MODIS possibilitaram a identificação de diferenças na variação do EVI ao longo do tempo. Com isso, foi possível observar quais classes eram relacionadas à agricultura temporária e, assim, criar uma máscara. Em seguida, foram eliminados pixels de acordo com os conhecimentos de identificação visual do uso da terra e o uso das séries temporais com índices de vegetação como foi descrito acima. A limpeza foi feita a fim de excluir áreas que não marcaram cultivos, como leitos de rios e polígonos isolados. Neste trabalho, essa classificação foi definida como semiautomática, que também foi conceitualmente definida por Venturieri e Santos (1998), que utilizaram o termo “classificação híbrida”, e cujo funcionamento adequado está relacionado com o conhecimento temático e específico do analista combinados com classificação não supervisionada e escolhas das amostras a serem trabalhadas.

A criação da outra máscara agrícola foi possível por meio do uso do método CEI (Rizzi et al., 2009), que emprega o menor e o maior valor de EVI detectados durante a época de plantio e de colheita do cultivo, respectivamente. O baixo valor de EVI evidencia o solo exposto, enquanto o valor alto está relacionado ao período em que a vegetação apresenta maior biomassa (RIZZI et al., 2009). O cálculo do CEI foi feito por meio da Equação 1.

$$CEI = \frac{100*(MaxEVI+100)-(MinEVI+100)}{(MaxEVI+100)+(MinEVI+100)} \quad (1)$$

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

A análise das grandes áreas de agricultura temporária pela imagem MODIS para o ano agrícola de 2012 permitiu estabelecer, pela análise da variação temporal do NDVI, os membros/camadas de imagens com menor e com maior valor de NDVI. A imagem tem sua composição da série temporal no dia 193 (referente a 10/07/2012). Com base nisso, foi possível induzir as datas de cada camada do empilhamento de imagens NDVI. O menor valor de NDVI foi identificado na camada 6, que corresponde a 29/09/2012, enquanto o maior valor foi identificado na camada 11, cuja data foi 18/12/2012 (Figura 2). Para evitar a exclusão de locais em que o plantio foi efetuado em datas diferentes, foram incluídas também as áreas em que o valor mínimo de NDVI ocorreu entre as datas de 28/08/2012 e 31/10/2012 e o valor máximo ocorreu entre as datas de 16/11/2012 e 19/01/2013.

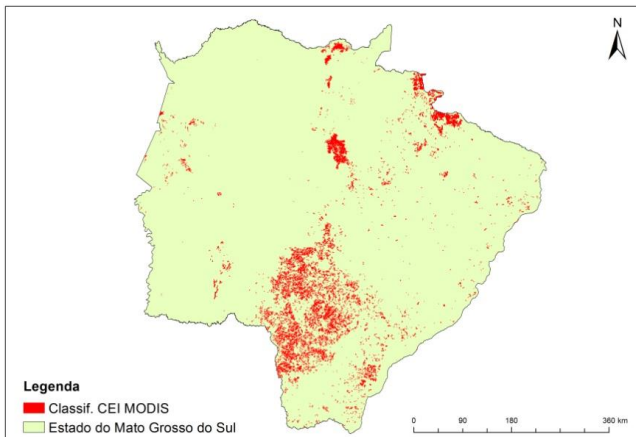


**Figura 2.** Visualização da série temporal de NDVI para áreas de cultivo de soja, juntamente com a identificação do menor (banda/camada 6) e maior (banda/camada 11) valor NDVI.

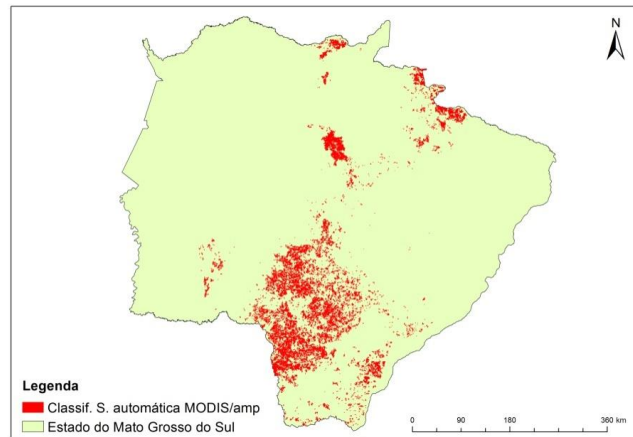
O valor encontrado para a área agrícola por meio do CEI está no intervalo entre o valor mínimo de 40 e máximo de 80. A máscara foi criada de acordo com esses valores de NDVI. Tanto na classificação semiautomática quanto na aplicação do CEI foi feita uma limpeza de polígonos menores que 90 ha.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme a aplicação metodológica, foram geradas duas máscaras agrícolas para o Estado de Mato Grosso do Sul. Os mapas gerados podem ser observados nas Figuras 3 e 4.

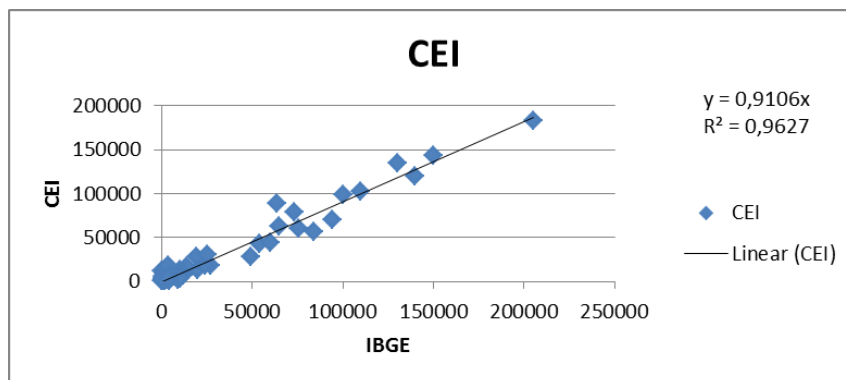


**Figura 3.** Máscara agrícola gerada a partir da aplicação do método CEI.

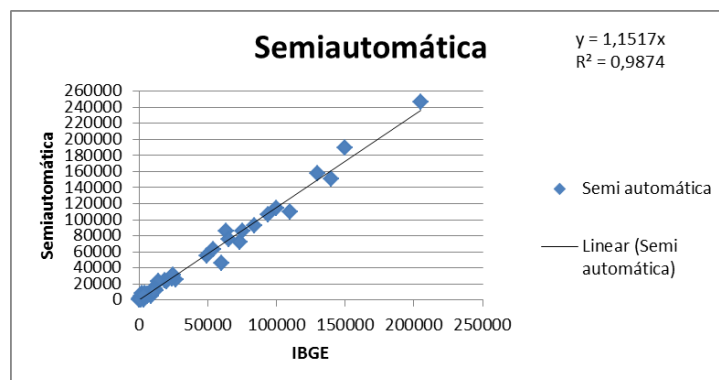


**Figura 4.** Máscara agrícola gerada a partir da classificação semiautomática.

Calculada a área agrícola de ambas as máscaras, foi possível compará-la com as áreas de plantio de soja por município, que são disponibilizadas pelo IBGE por meio da produção agrícola municipal (PAM). Com os resultados, foram elaborados os gráficos de dispersão (Figuras 5 e 6), que apresentaram coeficientes de determinação da regressão linear ( $r^2$ ) satisfatórios, com valores de 0,9627 para o CEI e de 0,9874 para a classificação semiautomática.



**Figura 5.** Relação entre os dados de área plantada informada pelo IBGE (ha) e a área de plantio obtida por meio da aplicação do método CEI (ha).



**Figura 6.** Relação entre os dados de área plantada informada pelo IBGE (ha) e a área de plantio obtida por meio da aplicação do método da classificação semiautomática (hectares).



A comparação das áreas totais de ambas as máscaras com o total de área plantada de soja informada pelo IBGE é mostrada no gráfico da Figura 7. A área total de soja plantada informada por IBGE (2012) foi de 1.814.136 ha, e a classificação semiautomática resultou na identificação de uma área total de 2.069.112 ha enquanto o CEI identificou 1.762.954 ha para agricultura de rápido desenvolvimento e senescência.

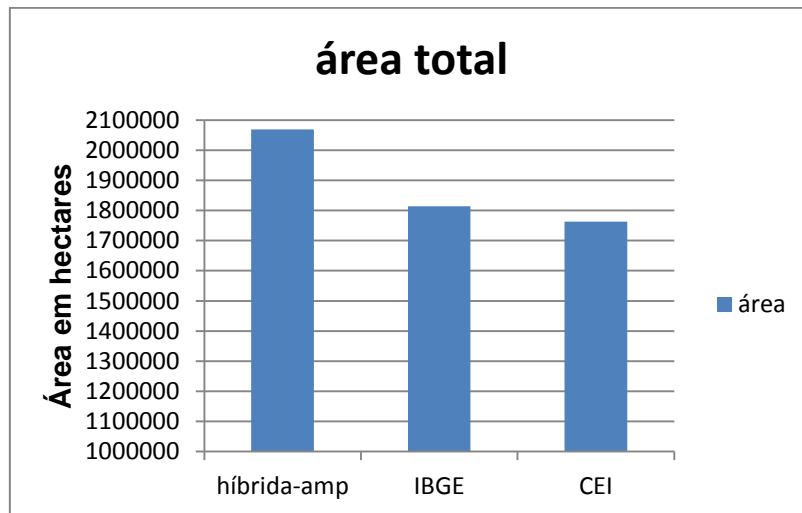


Figura 7. Gráfico comparativo entre as áreas totais (em hectares).

A classificação semiautomática aplicou imagens de amplitude, assim estudo realizado por Albino et al. (2013) para a identificação de áreas agrícolas na microrregião de Maranhão, Piauí, Tocantins e Bahia, cujo resultado superestimou a soja em 22%, com  $r^2$  de 0,72 para vários anos. Neste trabalho, a superestimativa foi menor, em torno de 14%. Há diferenças quanto à área de estudo: Albino et al. (2013) avaliaram uma microrregião, enquanto este trabalho avaliou o Estado de Mato Grosso do Sul. Outro ponto importante é a presença de Caatinga, que pode confundir-se mais com a área agrícola temporária que o Cerrado existente em Mato Grosso do Sul, visto ser ela uma vegetação que permanece mais tempo úmida. O uso da imagem de amplitude referente ao trimestre e a exclusão da média anual podem ter ajudado a melhorar os resultados, pois em Albino et al. (2013) foram empregados os componentes harmônicos para o valor médio e as variações com frequência anual e semestral. Albino et al. (2013) salientam que dados tabulares podem trazer erros decorrentes de várias safras em um mesmo ano agrícola. O resultado do CEI subestimou em 3% as áreas plantadas de soja no Mato Grosso do Sul, o que indica um resultado bom, pois, no trabalho de Rizzi et al. (2009), esse valor foi subestimado em 6,13% para o mesmo cultivo no Mato Grosso.





#### 4 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos foram satisfatórios quando comparados a dados da PAM informados pelo IBGE. O método CEI mostrou-se mais eficaz em relação à classificação semiautomática efetuada nas imagens de amplitude do MODIS, pois obteve resultados melhores tanto por município quanto para o total de área plantada no Estado de Mato Grosso do Sul. A escolha das datas de plantio e colheita pode ter ajudado na eficácia do método CEI em relação à classificação semiautomática por meio de imagens de amplitude com variação anual, semestral e trimestral dos índices de vegetação.

#### 5 AGRADECIMENTOS

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

#### 6 REFERÊNCIAS

- ALBINO, T. C.; VICTORIA, D. de C.; SILVA, G. B. S. da; BATISTELLA, M. Identificação de áreas agrícolas na fronteira Maranhão, Piauí, Tocantins e Bahia. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 16., 2013, Foz do Iguaçu. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2013. p. 704-711. 1 CD-ROM
- IBANEZ, P.; CASTILLO, R. A. (Org.). **Agricultura de precisão: informatização agrícola e novos usos do território brasileiro**. Campinas, SP: [s.n.], 2002. 67 p.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal: culturas temporárias e permanentes**. Rio de Janeiro, 2012.
- LATORRE, M. L.; SHIMABUKURO, Y. E.; ANDERSON, L. O. Produtos para ecossistemas terrestres – MODLAND. In: RUDORFF, B. F. T.; SHIMABUKURO, Y. E.; CEBALLOS, J. C. (Org.). **O sensor MODIS e suas aplicações ambientais no Brasil**. São José dos Campos: A. Silva Vieira Ed., 2007. p. 23-35.
- LOHMANN, M.; MARTINI, L.; DEPPE, F. Monitoramento da evolução temporal da cultura da soja no Estado do Paraná utilizando imagens do sensor MODIS. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13. (SBSR), 2007, Florianópolis. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2007. p. 263-269. Disponível em: <<http://urlib.net/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.14.16.47>>. Acesso em: 25 jun. 2014.
- MATO GROSSO DO SUL. Governo do Estado do Mato Grosso do Sul. **Perfil de MS**. Disponível em: <<http://www.ms.gov.br/index.php?inside=1&tp=3&comp=4298&show=3626>>. Acesso em: 18 jun. 2014.
- 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.
- VENTURIERI, A.; SANTOS, J. R. dos. Técnicas de Classificação de Imagens para Análise de Cobertura Vegetal. In ASSAD, E. D.; SANO, E. E. (Org). **Sistema de informações geográficas: aplicações na agricultura**. 2.ed. Brasília, DP: EMBRAPA-SPI / Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998. 434 p.
- 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.