



## **Monitoramento e análise da dinâmica das alterações de áreas agrícolas na Bacia do Alto Paraguai**

Clóvis Cechim Júnior 1  
João Francisco Gonçalves Antunes 2  
Jerry Adriani Johann 1  
Júlio César Dalla Mora Esquerdo 2

1 Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE  
R. Universitária, 2069 - Caixa Postal 711  
85819-110 - Cascavel - PR, Brasil  
{juniorcechim, jerry.johann}@hotmail.com

2 Embrapa Informática Agropecuária  
Av. André Tosello, 209 - Caixa Postal 6041  
13083-886 - Campinas - SP, Brasil  
{joao.antunes, julio.esquerdo}@embrapa.br

**Resumo.** As principais alterações do uso e cobertura da terra que uma determinada área passa ao longo do tempo podem ser avaliadas por meio de imagens de satélites a partir de sua análise temporal. Com isto, é possível identificar alterações no uso e cobertura da terra, bem como seus principais aspectos causadores de impactos ambientais. O objetivo deste trabalho foi analisar as alterações do uso e cobertura da terra das principais áreas agrícolas cultivadas na Bacia do Alto Paraguai (BAP), sendo o foco deste trabalho as culturas de verão (soja e milho), tendo como finalidade analisar a expansão agrícola. Foram analisados dois anos-safras num período de 16 anos e os resultados mostraram um aumento de 1,7% da participação da agricultura anual na BAP. A avaliação da acurácia mostrou a eficiência da metodologia de mapeamento da agricultura, apresentando índice kappa de 0,85 no ano-safra 2000/2001 e 0,84 no ano-safra 2015/2016.

**Palavras-chave:** sensoriamento remoto, processamento de imagens, séries temporais, bacia hidrográfica.

**Abstract.** The main land use and land cover (LULC) changes that one area pass over the time can to be evaluated by using a set of satellites images for a multi-temporal analysis. Then, it is possible to identify the LULC changes, as well as its major aspects, which led to environmental impacts. The objective of this paper was to analyze the LULC changes of the main agricultural lands cultivated in the Alto Paraguai Basin (BAP). This paper focused on the summer crops (soybean and corn) and the analysis of agricultural expansion. The results, considering a 16-year comparison, showed an increase of 1.7% in the expansion of agricultural areas. The evaluation of the accuracy showed the efficiency of the methodology of agricultural mapping, presenting a kappa index of 0.85 for the 2000/2001 cropping year and 0.84 for the 2015/2016 cropping year.

**Key-words:** remote sensing, image processing, time series, watershed.

## 1. Introdução

Os estados do Mato Grosso e Mato Grosso do Sul abarcam a Bacia do Alto Paraguai, onde também localiza-se o Pantanal, um dos biomas mais importantes e mais conservados do Brasil. O Pantanal possui baixa aptidão para uso agrícola, porém sua preservação depende do uso e cobertura da terra da sua bacia hidrográfica (Lima et al., 2009).

Os estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul apresentam grande destaque no cenário nacional devido sua aptidão agrícola e pecuária. O Brasil, por sua vez, devido sua extensão territorial, apresenta áreas agricultáveis de expansão agrícola, sendo uma delas favorável para a produção de agrocombustíveis (Gardini, 2007).

O relatório da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), exemplifica a visão do uso da terra na região de cerrado da Bacia do Alto Paraguai (BAP). Na visão abordada, o Brasil tem se beneficiado de forma crescente dos baixos custos de produção de alimentos para a atividade da pecuária e é provável que siga sendo um importante produtor de matérias primas. A combinação de abundância de terras e os recentes avanços relativos à infraestrutura vêm convertendo zonas anteriormente remotas, como Mato Grosso e a região do Cerrado, na zona central do país. Estas duas regiões possuem os custos de produção de milho e soja mais baixos (FAO, 2009).

Contudo a demanda por novas áreas agrícolas implicará em uma pressão maior sobre o ambiente. A busca por novas terras agricultáveis e mesmo as mudanças de uso da terra devem ser feitas dentro de um conceito sustentável de desenvolvimento a fim de não agravar ainda mais os desequilíbrios ambientais de origem antrópica (Lima et al., 2009).

O Pantanal e seu entorno são caracterizados por uma rica biodiversidade, que enfrenta sérias ameaças com a expansão da fronteira agrícola (Irigaray et al., 2011), sendo classificado como a savana mais ameaçada do planeta (Mittermeier et al., 2004).

A mudança no uso da terra está associada à expansão da pecuária extensiva e na alta produção de grãos. Na Bacia do Alto Paraguai (BAP), as indústrias frigoríficas intensificaram sua atuação, trazendo o conceito de agronegócio ao novo aporte econômico de Mato Grosso (Irigaray et al., 2011).

Neste contexto, ao longo dos últimos anos, a região do Pantanal brasileiro tem passando por transformações que, devido às proporções de área, torna-se difícil quantificar as alterações de uso e cobertura da terra, e em particular as mudanças ocorridas nas áreas agricultáveis da bacia. Porém, a partir de dados orbitais de Sensoriamento Remoto, esta análise torna-se possível devido às dimensões das áreas cobertas pelas imagens de satélites e sua disponibilização gratuita.

Dentre as imagens usadas nas análises das alterações de uso da terra e em monitoramentos agrícolas estão os índices de vegetação provenientes do sensor Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS), que devido a sua alta periodicidade permite analisar temporalmente a expansão de áreas agrícolas, bem como realizar mapeamentos e estimativas de áreas agricultáveis (Johann et al., 2012; Coutinho et al., 2012; Arvor et al., 2012; Brown et al., 2013;

Alves et al., 2014; Souza et al., 2015).

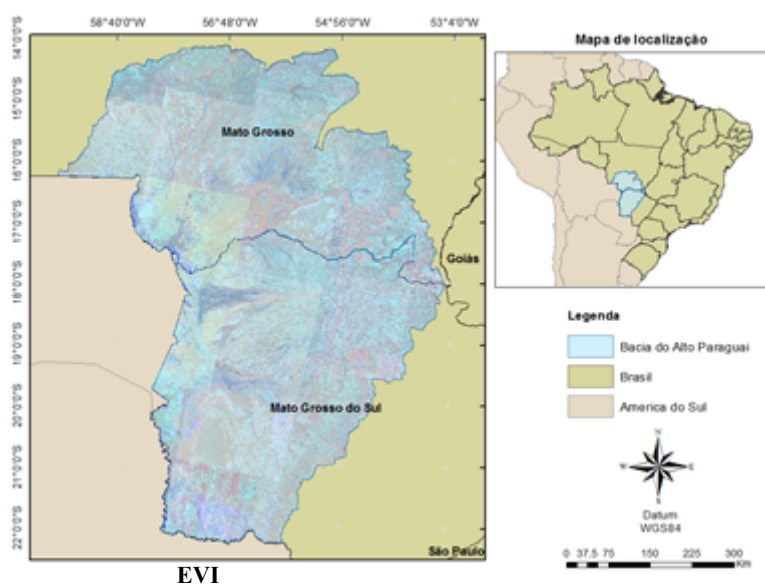
Com a finalidade de verificar as alterações de uso da terra das áreas agrícolas, foi adotada a metodologia para mapeamento de culturas de verão proposta por Johann et al., (2012) no estado do Paraná. O método proposto faz uso do sensor MODIS, levando em consideração um período de imagens de Enhanced Vegetation Index (EVI) de máximo e mínimo vigor vegetativo, a partir da análise das datas de semeadura, datas de pico vegetativo e colheita de áreas agrícolas.

## 2. Objetivo

O objetivo deste trabalho foi analisar a dinâmica temporal das principais culturas agrícolas anuais cultivadas na BAP (soja e milho), por meio de mapeamentos e estimativas de área cultivada a partir de imagens do índice de vegetação EVI do sensor orbital MODIS, no período compreendido entre as safras 2000/2001 e 2015/2016.

## 3. Material e Métodos

A área de estudo compreende os estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul na região do Centro Oeste do Brasil sendo que 65% de seu território está localizado no estado do Mato Grosso do Sul e 35% no estado de Mato Grosso (Silva e Abdon, 1998) (Figura 1).



**Figura 1.** Localização da Bacia do Alto Paraguai - BAP.

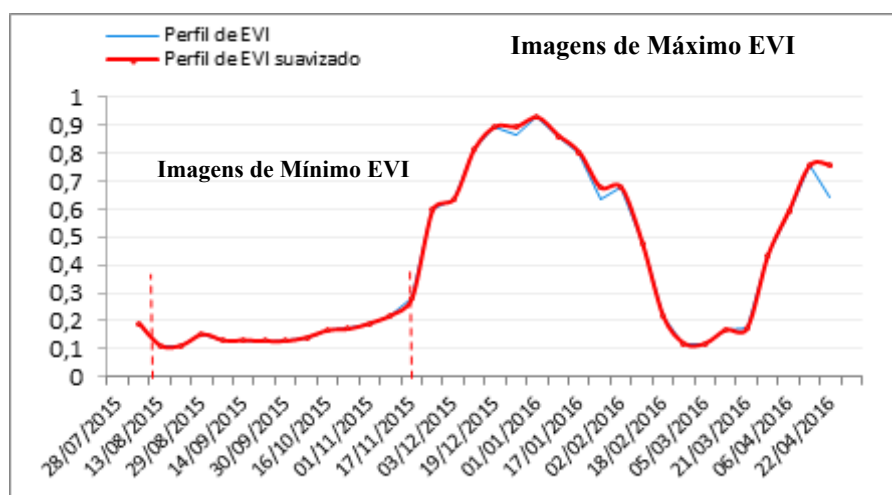
As séries temporais de imagens de índices de vegetação do satélite TERRA foram obtidas do Banco de Produtos MODIS na Base Estadual Brasileira, que armazena e disponibiliza as imagens em recortes por estados, na projeção geográfica, datum WGS-84, no formato GeoTiff (Esquerdo et al., 2010).

Gamon et al., (1995) ressaltam que o índice de vegetação NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), proposto por Rouse et al. (1973), pode apresentar saturação no período de máximo desenvolvimento vegetativo das culturas agrícolas. Isto o torna insensível ao aumento da biomassa, mesmo quando há aumento da densidade do dossel da cultura. Desta forma, utilizou-se o EVI, proposto por Huete et al. (1997), por ser menos suscetível à saturação e mais sensível à variação da estrutura, arquitetura do dossel e fisionomia da planta (Huete et al., 2002).

As 37 imagens composições de 16 dias de EVI de cada ano-safra (2000/01 e 2015/16) foram mosaicadas e recortadas para a BAP. Em seguida, elas foram agrupadas em cubos tem-

porais, o que permitiu a geração do perfil espectro-temporal do índice de vegetação EVI do período estudado.

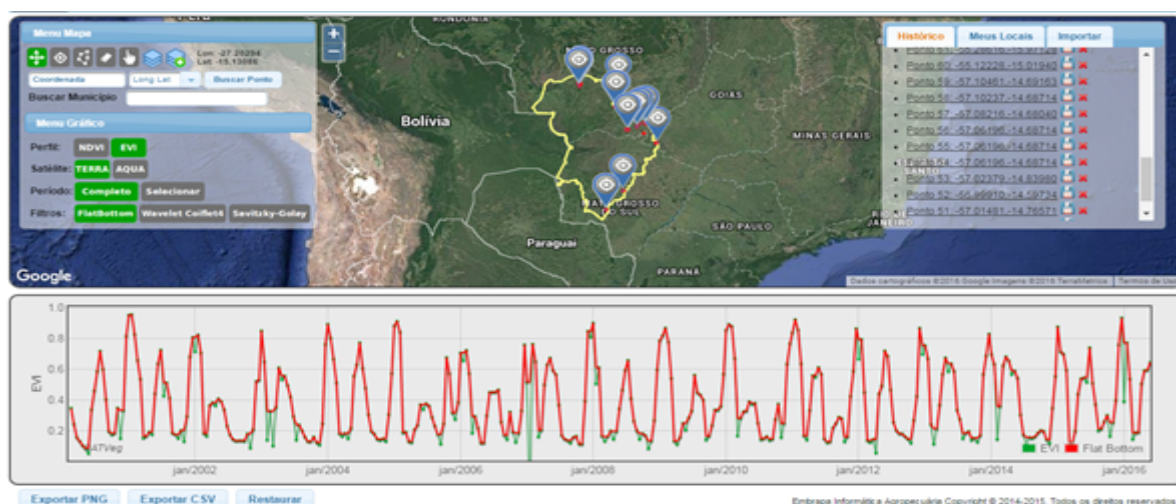
Posteriormente, a este cubo de imagens brutas de EVI foi aplicado o filtro Flat Bottom Smoother (Wardlow et al., 2006) com a finalidade de suavizar ruídos provenientes de nuvens, como ilustrado no perfil espectro-temporal de EVI (Figura 2) característico de um talhão com cultura agrícola, que teve o início de desenvolvimento da cultura em 01 de novembro de 2015 e final do ciclo em 05 de março de 2016. O perfil espectro temporal médio na bacia hidrográfica indica que a semeadura das culturas agrícolas de verão se inicia em agosto podendo se estender até novembro, com um pico vegetativo ocorrendo entre os meses de novembro/ano1 e março/ano2.



**Figura 2.** Aplicação do filtro Flat Bottom Smoother no perfil espectro-temporal de EVI de culturas agrícolas no ano-safra 2015/2016.

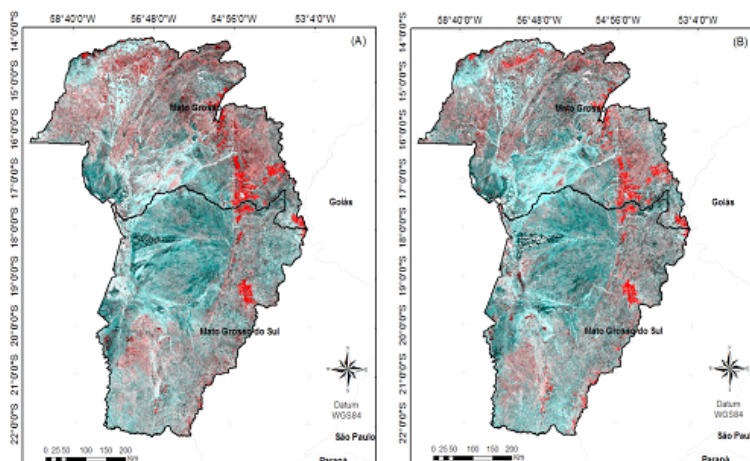
Para definir o intervalo de imagens usadas para gerar as composições de mínimo e máximo EVI no período em estudo, baseado em Johann et al. (2012), foi usado o Sistema de Análise Temporal da Vegetação (SATVeg), desenvolvido pela Embrapa Informática Agropecuária, uma ferramenta Web que permite visualizar e obter dados espectro-temporais de índices de vegetação a partir de imagens MODIS (Embrapa Informática Agropecuária, 2015). Foram selecionados 50 talhões de culturas agrícolas distribuídos por toda a BAP (contorno amarelo da Figura 3) para definir como imagens de mínimo EVI o período entre 13/08/ano1 a 17/11/ano1 e como imagens de máximo EVI o período entre 01/11/ano1 e 22/03/ano2 (Figura 2).

Este procedimento de mapeamento de culturas agrícolas foi proposto por Johann et al. (2012) visando contemplar a variabilidade de época de semeadura nas diferentes regiões no estado do Paraná. Assim, o período de mínimo EVI (menores valores de EVI dentre as imagens utilizadas) contempla a fase do pré-plantio e desenvolvimento inicial das culturas agrícolas dentro da BAP. Já o período de máximo EVI (maiores valores de EVI dentre as imagens utilizadas) considera o máximo desenvolvimento vegetativo das culturas agrícolas ou pico vegetativo (final de desenvolvimento, florescimento e formação da produção) dentro da área da BAP. Esta etapa foi operacionalizada por meio de um sistema de extração de dados de imagens desenvolvido em linguagem de programação IDL (Interactive Data Language) (Esquerdo et al., 2011).



**Figura 3.** Aquisição de pixels do MODIS para avaliação do período de semeadura e colheita a partir do perfil espectral temporal de culturas agrícolas no SATVeg.

O programa ENVI foi utilizado para gerar uma composição RGB, seguindo a proposição feita por Johann et al. (2012). Assim, a imagem de máximo EVI de cada ano-safra foi colocada no canal R (vermelho) e a imagem de mínimo EVI nos canais G (verde) e B (azul), gerando uma composição colorida na qual as áreas em vermelho (Figura 4) representam as culturas agrícolas na BAP, e as demais cores referem-se a outros alvos (Figura 4).



**Figura 4.** Composição RGB de imagens de máximo e mínimo EVI. (A) ano-safra 2000/2001; (B) ano-safra 2015/2016.

A composição RGB com os valores originais do EVI foi então convertida de 16 bits para 8 bits, com valores escalonados entre 0 e 255, de forma a normalizá-los para cada ano-safra (Johann et al., 2012). Com a finalidade de separar e extrair as áreas em vermelho (Figura 4) foi utilizado um sistema desenvolvido em linguagem IDL para extração de dados desta composição RGB em níveis de cinza (NC). Para tanto, foram determinados, por simulação, os limites de corte (0 a 255 NC) para cada um dos canais RGB e anos-safra estudados. Assim, foram extraídos os pixels definidos de acordo com estes cortes, tendo como resultado o mapeamento das culturas agrícolas na BAP.

Para averiguação da acurácia dos mapeamentos gerados, foram usados: o índice de ex-

atidão global (EG), o índice de concordância Kappa (IK), Erros de Omissão (EO) e Erros de Inclusão (EI) (Congalton, 1991; Congalton e Green, 1999).

A determinação do número de pontos amostrais ou pixels amostrais a um nível de confiança de 95% foi feita de acordo com Barbetta (2007), sendo definidos 400 pontos como conjunto amostral mínimo para avaliar a acurácia dos mapeamentos gerados. Como dados de referência para a checagem dos resultados das classificações foram utilizados os perfis temporais de EVI de cada uma das amostras, por meio do SATVeg.

A última etapa consistiu na extração de área total mapeada das culturas agrícolas na BAP, utilizando rotina desenvolvida em linguagem de programação IDL.

#### 4. Resultados e Discussão

Para a geração dos mapeamentos nos anos-safras 2000/2001 e 2015/2016 (Figura 5), dentre as várias simulações realizadas de cortes de NC nos canais de composição RGB, o melhor resultado foi encontrado considerando o valor de corte de 150 no canal R (valores de NC acima de 150) e 140 para os canais GB (valores de NC abaixo de 140).

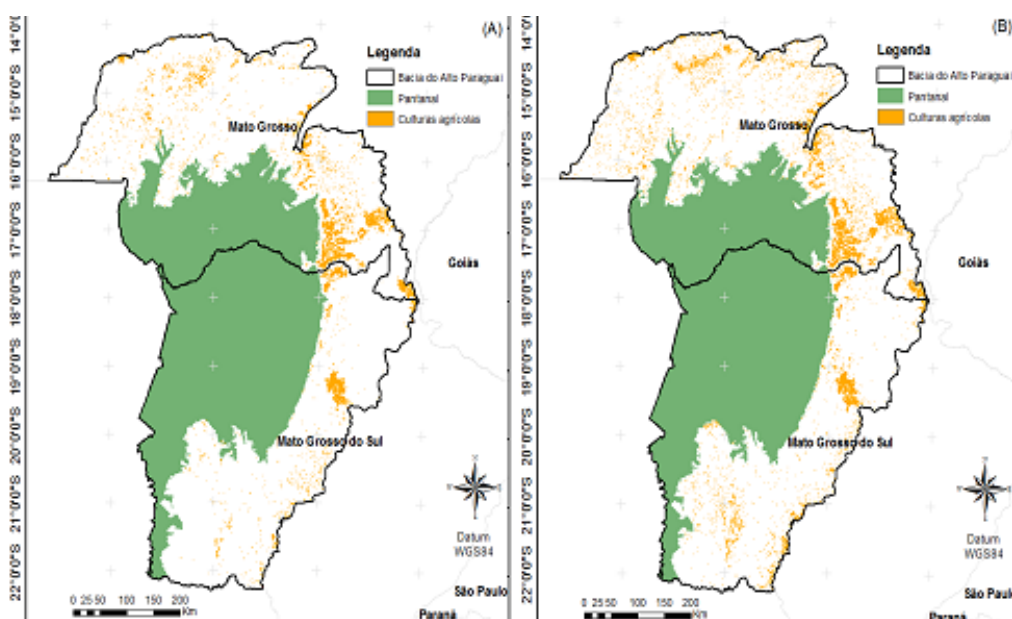
Os resultados das distribuições espaciais pela BAP das áreas com culturas agrícolas evidenciaram uma maior predominância na região sudoeste do estado do Mato Grosso e a região central do estado do Mato Grosso do Sul, essencialmente no polo agrícola de São Gabriel do Oeste. Ambas as regiões estão localizadas na porção do planalto da BAP.

Obteve-se uma área cultivada de 1.499.769 ha para o ano-safra de 2000/01 (Figura 5A) e 2.096.994 ha no ano-safra de 2015/16 (Figura 5B) o que representa um aumento de aproximadamente 39,82% da área agrícola no período. Considerando a participação das áreas agrícolas na BAP, os números representam, respectivamente, 4,15% e 5,80% do total da bacia.

Os resultados foram comparados com os dados do estudo do WWF-Brasil (2015) sobre o monitoramento do uso e cobertura da terra na BAP, que engloba lavouras anuais, perenes e semi-perenes e utiliza metodologia baseada em imagens Landsat/TM, Resource-Sat/ LISS III e Landsat/OLI. No período entre 2002 a 2014, os autores identificaram um crescimento da participação de áreas agrícolas na BAP de 1,25%, sendo esta variação semelhante à encontrada pelos mapeamentos feitos com o sensor MODIS neste trabalho, que foi de 1,7%, porém em um período temporal maior.

Vale destacar ainda que os mapeamentos feitos pelo WWF-Brasil consideram culturas semi-perenes que não são mapeadas pelo método aplicado neste estudo e também devido à resolução espacial das imagens MODIS, houve uma subestimação de áreas agrícolas em talhões de culturas inferiores a 250 m, que podem não terem sido mapeados pela metodologia, corroborando com Wardlow e Egbert (2008), em que a resolução espacial do MODIS fez com que pixels de bordas de talhões não fossem selecionados no mapeamento. Resultados semelhantes também foram encontrados em mapeamentos de culturas de verão no estado do Paraná (Johann et al., 2012; Souza et al., 2015) comparando estimativas de áreas obtidas com órgãos oficiais.

A grande vantagem da metodologia está no baixo custo, rapidez e objetividade permitindo o conhecimento da evolução temporal de culturas agrícolas na BAP.



**Figura 5.** Mapeamentos MODIS para as culturas agrícolas na BAP. (A) ano-safra 2000/2001; (B) ano-safra 2015/2016.

A análise de acurácia para os mapeamentos mostrou um Índice Kappa de 0,85 (2000/01) e 0,84 (2015/16), o que, de acordo com a classificação proposta por Landis & Koch (1977), indica uma excelente qualidade temática ( $IK \geq 0,81$ ) (Tabela 1). 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 nos mapeamentos pelo método RGB na BAP, com 92,5% (2000/01) e 92,00% (2015/16).

**Tabela 1.** Matriz de confusão para determinação de índices de acurácia do mapeamento de culturas agrícolas no BAP dos anos-safra 2000/01 e 2015/16.

Máscara	Referência SATVeg		Total Geral	Erro de Inclusão (%)
	Culturas agrícolas	Outros alvos		
Ano-safra 2000/01				
Culturas agrícolas	173	3	176	1,7
Outros alvos	27	197	224	12,1
Total geral	200	200	400	EG: 92,5%
Erro de Omissão (%)	13,5	1,5	-	IK: 0,85
Ano-safra 2015/16				
Culturas agrícolas	172	4	176	2,3
Outros alvos	28	196	224	12,5
Total geral	200	200	400	EG: 92,00%
Erro de Omissão (%)	14,0	2,0	-	IK: 0,84

EG = exatidão global; IK = índice kappa.

Das áreas que não foram mapeadas como de culturas agrícolas, ou seja, outros alvos (Tabela 1) estão as áreas de remanescentes florestais, áreas de vegetação rasteira, áreas de cana-de-açúcar, áreas de transição de pastagem e cana-de-açúcar, além de outras culturas cultivadas que estão presentes em menor escala na BAP.

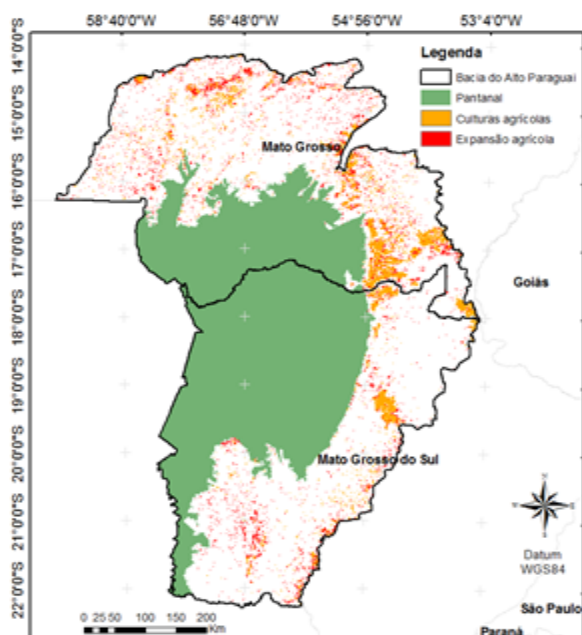
Os EI de 1,7% sobre a classe “culturas agrícolas”, para o ano-safra 2000/01, deram-se prin-

principalmente para os alvos pastagens, seguida de áreas de remanescentes florestais e vegetação rasteira, ou seja, a metodologia classificou erroneamente estas áreas como sendo de agricultura. O mesmo erro de classificação foi constatado para o ano-safra 2015/2016 com EI de 2,3% (Tabela 1). Já nas amostras sorteadas sobre a classe composta por “outros alvos” os EI foram de aproximadamente 12% para os dois anos-safras estudados (Tabela 1). Ou seja, representam áreas de culturas agrícolas não mapeadas pela metodologia, porém, a maior parte destes erros foi representada pela cultura de cana-de-açúcar.

Os EO da classe “culturas agrícolas” foram de 13,5% e 14%, respectivamente, para os anos safra 2000/01 e 2015/16 (Tabela 1). Ou seja, essa proporção de amostras não foi selecionada no mapeamento pela classificação o que corrobora com Coutinho et al., (2012) em mapeamento de atividade agrícola anual feito no estado do Mato Grosso do Sul, onde a contaminação dos pixels, causada pelos diferentes usos e coberturas das áreas adjacentes, promoveu mistura dos valores espectrais e, conseqüentemente, descaracterizou o comportamento espectro-temporal típico da agricultura anual, sendo este o maior problema enfrentado para mapeamento com imagens de índices de vegetação do MODIS, sobretudo em regiões nas quais a estrutura fundiária e o padrão de repartição espacial das atividades agrícolas definem um mosaico de ocupação muito heterogêneo. Para a classe de “outros alvos” os EO foram de apenas 1,5% (ano-safra 2000/01) e 2,0% (2015/16), ou seja, fora do mapeamento de culturas agrícolas a confusão foi baixa.

A confusão espectral entre culturas agrícolas e alvos de pastagens e remanescentes florestais pode ser explicada devido à semelhança do perfil espectro-temporal, pois a vegetação da BAP é composta por uma grande variedade de plantas que compõem paisagens de cerrado e floresta, formações de alta complexidade contendo muitas espécies endêmicas (Goodland e Ferri, 1979).

O estudo demonstrou que houve expansão de culturas agrícolas de verão. A participação deste tipo de cultivo, considerando toda a extensão da BAP, aumentou em 1,7 % (Figura 6).



**Figura 6.** Expansão de áreas agrícolas na BAP entre os anos-safra 2000/2001 e 2015/2016.

A cultura de cana-de-açúcar, com comportamento semi-perene não foi contemplado pela metodologia adotada neste trabalho. A metodologia é destinada ao mapeamento de culturas



anuais, sobretudo de grãos, com maior predominância na bacia hidrográfica.

Com base na avaliação da acurácia observou-se que em 2000/01 áreas onde eram ocupadas por pastagens em 2015/16 passaram a ser ocupadas por culturas agrícolas em maior proporção (soja e milho).

## 5. Conclusões

O uso de dados espectrais multitemporais de EVI/MODIS permitiu o mapeamento e a estimativa de área cultivada com as principais culturas agrícolas de verão na BAP.

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. A partir da reprodução do mesmo período de imagens e cortes para outros anos-safras.

Nos dois anos-safras avaliados os EO foram superiores aos EI que são representados por áreas florestais e de pastagens devido à confusão espectral desses alvos com culturas agrícolas.

A análise da evolução multitemporal no período avaliado indicou que houve expansão de área cultivada na região entre a primeira e o último ano-safra em estudo.

## 6. Referências

- Alves, C. D.; Florenzano, T. G.; Alves, D. S.; Pereira, M. N. Mapping land use cover changes in a region of sugarcane expansion using TM and MODIS data. *Revista Brasileira de Cartografia*, n. 66/2, p. 337-347, 2014.
- Arvor, D.; Meirelles, M.; Dubreuil, V.; Bégué, A.; Shimabukuro, Y. E. Analyzing the agricultural transition in Mato Grosso, Brazil, using satellite-derived indices. *Applied Geography*, v. 32, p.702-713, 2012.
- Barbetta, P. A. Estatística aplicada às ciências sociais. 316 p. Florianópolis: UFSC, 2007.
- 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.
- 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. 160 p. Boca Raton: Crc Press, 1999.
- Coutinho, A. C.; Esquerdo, J. C. D. M.; Oliveira, L. S.; Lanza, D. A. Avaliação de metodologia para o mapeamento e monitoramento da agricultura brasileira. In: Simpósio de Geotecnologia no Pantanal, 2012, Bonito. Anais... p. 364-372. Bonito: Embrapa Informática Agropecuária/INPE, 2012.
- Embrapa Informática Agropecuária. Sistema de Análise Temporal da Vegetação (SATVeg). 2015. Disponível em: <<https://www.satveg.cnptia.embrapa.br/satveg/login.html>>. Acesso em: 10 jun. 2016.
- 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.; Zullio 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.
- FAO. El estado mundial de la agricultura y la alimentación. FAO: Roma, 2009. p. 23. Disponível em: <<http://www.fao.org/catalog/inter-s.htm>>. Acesso em: 3 jul. 2016.
- Foody, G. M. Status of land cover classification accuracy assessment. *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.
- Gardini, A. Novas fronteiras agrícolas da cana. *Revista Eletrônica de Jornalismo Científico*. [s.l.] 2007. Dis-

ponível em: < <http://www.comciencia.br/comciencia/handler.php?section=8&edicao=23&id=253> >. Acesso em: 03 jul. 2016.

Goodland, Robert J. A.; Ferri, Mário G. Ecologia do Cerrado. São Paulo: USP, 1979. 193 p.

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.; 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.

Irigaray, C. T.; Silva, C. J.; Medeiros, H. Q.; Girard, P.; Fava, G. C.; Maciel, J. C.; Novais Sobrinho, L. G. e Gallo, R. L. O Pantanal Matogrossense enquanto patrimônio nacional no contexto das mudanças climáticas. In: Silva, Solange T., Cureau, Sandra e Leuzinger, Márcia (Orgs.). *Mudança do Clima. Desafios jurídicos, econômicos e socioambientais*. São Paulo: Fiuza, 2011.

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 Agropecuaria Brasileira*, v. 47, n. 9, 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.

Lima, A.; Aguiar, D. A.; Rudorff, B. F. T.; Shimabukuro, Y. E.; Adami, M. Dinâmica espaço-temporal e caracterização ambiental do cultivo da cana-de-açúcar na Bacia Pantaneira. *Geografia (Rio Claro)*, v. 34, n. 1, p. 193-202, 2009.

Mittermeier, R. A.; Gil, P. R., Hoffman, M., Pilgrim, J.; Brooks, T.; Mittermeier, C. G.; Lamoreux, J.; Fonseca, G. A. B. Hotspots revisited: earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions. 640 p. Mexico City: CEMEX & Agrupacion Sierra Madre, 2004.

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.

Silva, J. dos S. V. da; Abdon, M. de M. Delimitação do Pantanal brasileiro e suas sub-regiões. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 33, Num. Esp., p. 1703-1711, 1998.

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.

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.

Wardlow, B. D.; Egbert, S. L. Large-area crop mapping using time-series MODIS 250m NDVI data: an assessment for the U.S Central Great Plains. *Remote Sensing of Environment*, v. 112, p. 1096-1116, 2008.

WWF-Brasil. Monitoramento das alterações da cobertura vegetal e uso do Solo na Bacia do Alto Paraguai - Porção Brasileira – Período de Análise: 2012 a 2014. Instituto SOS Pantanal, WWF-Brasil, Brasília, 2015.