Análise da mudança de cobertura e uso da terra, com base em imagens LandSat e LISS III, e o produto EVI/MODIS para o município de Sinop - MT

Diego Raoni da Silva Rocha[1]
Jansle Vieira Rocha[1]
Thais Carraro Di Gregorio[1]

[1] Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP/FEAGRI
Av. Candido Rondon, 501 - Barão Geraldo - 13083-875 - Campinas -SP, Brasil
{diego.rocha, jansle.rocha thais.gregorio}@feagri.unicamp.br

Abstract: The present study aimed to analyze the change in cover and land use with satellite images Landsat and LISS III, with temporal difference of 10 years, along with the series of products EVI (Enhanced Vegetation Index) from MODIS (Moderate resolution Imaging Spectroradiometer) in order to generate spectrum-temporal profiles for the different agricultural areas of the city of Sinop - MT, to better characterize the agricultural areas in the city. The use of time series of EVI, showed good results as additional information for mapping and understanding the dynamics of land use. After analysis of the profile in all classes, followed by the visual classification for that added and deleted vectorized areas that have not been classified by the methods automatic and semi-automatic, with images Landsat 7 and LISS-III. The classes identified after analysis, we increase or decrease the areas used for these purposes, which were: Native Forest, which decreased by 46%, which is directly related to an increase of 384% in class Deforested Areas, Areas and second Soybean Crop fallow in which increased by 54%, and the urban area increased by 26%. It also identified the Second Class of Crops, where their differences in size, with a reduction of 95% of the original area, were justified because of the temporality of images analyzed.

Palavras-Chave: Spectrum Temporal Profiles, Vegetation Index, Agricultural Mapping , Perfil espectro-temporal, Índice de Vegetação, Mapeamento Agrícola.

1. Introdução

Segundo Oliveira (2010), um dos importantes desafios da agricultura atual é o aumento da qualidade dos produtos, associado à preservação do meio ambiente e permitindo benefícios sustentáveis nas explorações agrícolas.

Os componentes do meio físico são de fundamental importância na avaliação ambiental de uma região, daí a necessidade de se ter um diagnóstico bem circunstanciado, para que a avaliação ambiental seja verdadeira e confiável. A análise ambiental é guiada para entender o padrão territorial, ou seja, as características e organização da dimensão físico-natural. (ESPINOZA E ABRAHAM, 2005).

Segundo Xavier da Silva e Zaidan (2004), o Geoprocessamento pode ser definido como um conjunto de conceitos, métodos e técnicas que auxiliam a investigar sistematicamente as propriedades e relações dos eventos e entidades representadas em uma base de dados georreferenciados, convertendo-os em informação destinada ao apoio na tomada de decisões.

As imagens derivadas de produtos do sensoriamento remoto são excelentes fontes de dados para produzir mapas de uso e cobertura da terra. Estes mapas são gerados a partir de técnicas de processamento de imagens, como a classificação digital (Powell et al., 2004).

Segundo Toledo a Epiphanio (2007), os índices de vegetação, gerados de dados de satélites que possuem resoluções espectrais, espaciais e radiométricas diversas, têm sido usados amplamente pelos mais variados usuários. Na última década, os índices espectrais de vegetação como o EVI (*Enhanced Vegetation Index*) têm demonstrado potencial no monitoramento agrícola e em várias aplicações feitas por acadêmicos, agências governamentais e instituições educacionais na detecção de mudanças ou na estimativa das propriedades biofísicas da vegetação (Gusso,2009).

Segundo Arvor et al (2007), o estado do Mato Grosso vem apresentando um significativo desenvolvimento agrícola nos últimos 30 anos. A grande expansão das fronteiras agrícolas

rumo à região norte do Estado, tem provocado uma rápida substituição da cobertura vegetal natural, pela atividade agrícola, que se tornou sua maior fonte de renda e riqueza.

Segundo Beckmann (2010), a agricultura compreende uma das principais atividades econômicas da região dos municípios de Sinop, Sorriso e Lucas do Rio Verde, que apresentam características econômicas comuns, decorrentes especialmente de aspectos geoclimáticos, com solos e clima que favorecem uma safra a mais que outras regiões do país, sendo que atualmente esta safra a mais tem se concentrado no cultivo de milho (conhecida como safrinha de milho).

Desta forma, este trabalho analisou a alteração na cobertura e uso da terra com imagens de satélite com diferença temporal de 10 anos, juntamente com a série histórica de produtos EVI (*Enhanced Vegetation Index)* do sensor MODIS (*Moderate resolution Imaging Spectroradiometer*), e gerou um perfil espectro-temporal para diferentes áreas agrícolas do município de Sinop, afim de melhor caracterizar das áreas agrícolas no município.

2. Metodologia de Trabalho

2.1 Área de Estudo

O município de Sinop, está localizado no Estado do Mato Grosso, no noroeste da região Centro-Oeste do Brasil. Localiza-se na latitude de 11º50’53” S, e longitude de 55°38’57” W.

Segundo a Classificação de Koopen, o município de Sinop possui o Clima Tropical Chuvoso (Aw): Quente e úmido, com três meses de seca, de junho a agosto. Precipitação anual de 2.500 mm, com maior intensidade nos meses de janeiro, fevereiro e março. Temperatura média anual de 24º C.

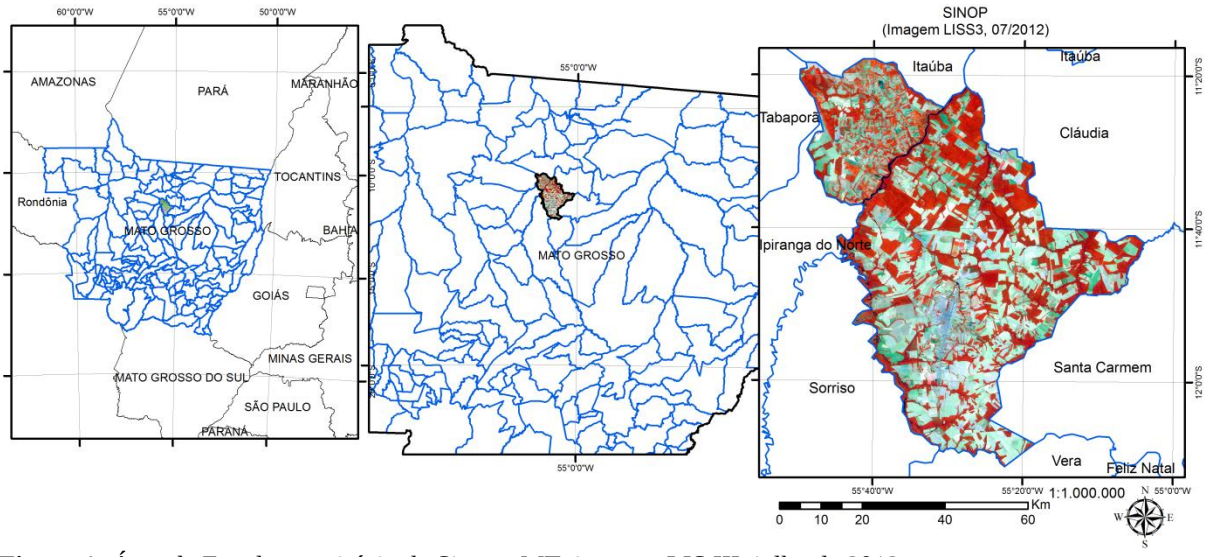

Figura 1: Área de Estudo, município de Sinop - MT, imagem LIS III, julho de 2012.

2.2 Obtenção das Imagens

Foram obtidas três imagens, para realização do estudo, duas do ano de 2002, reunidas através de mosaico, de forma a abranger toda a área do município de Sinop, e uma imagem de 2012.

Para a imagem do ano de 2002, foi utilizado o satélite LandSat 7, sensor ETM+, obtidas a partir do sítio, http://earthexplorer.usgs.gov/, as imagens já se encontram georreferenciadas, e realizou-se o mosaico de duas cenas, para a completa cobertura do município de Sinop, órbitas 227, ponto 68, de 30 de maio, e 226, ponto 68, de 21 de abril.

A imagem de 2012, foi utilizado o satélite IRS-P6, sensor LISS III, obtidas no catálogo de imagens do Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE), de 13 de julho de 2012, órbita 320, ponto 75, a mesma foi georreferenciada com base nas imagens LandSat, no software ENVI®.

As imagens foram posteriormente recortadas para a área referente ao município de Sinop, no software ENVI®.

2.3 Classificação

A Classificação das imagens foi realizada no software SPRING 5.2.1. Para a imagem LandSat, utilizou-se o método supervisionado Bhattacharya, e, para a imagem IRS-P6, utilizou-se o método não-supervisionado Isoseg.

As datas das imagens escolhidas foram em períodos de entre-safras, pois as imagens disponíveis para o período de safra, encontravam-se com grande contaminação por nuvens. Por este motivo, estabeleceu-se uma classificação comum entre as imagens, que se deu da seguinte forma: corpos d`água, mata nativa, área urbana, cultura anual, as classes agricultura em pousio, solo exposto e áreas de pastagens e ou desmatadas, foram reunidas em uma mesma classe, para análise posterior com produto EVI.

2.4 Mascaramento das áreas agrícolas

Para determinar a classificação agrícola das áreas de solo exposto, agricultura em pousio e áreas desmatadas ou pastagens, efetuou-se o mascaramento destas regiões, no SIG ArcGIS®. Então no ILWIS®, através de rotinas de processamento de imagens, foram extraídos os valores de EVI para todas as regiões da máscara.

O processo deu-se inicialmente, com a obtenção de uma série temporal de produtos EVI do sensor MODIS, com resolução espacial de 250 metros e temporal de 16 dias, que abrange desde o fim de fevereiro de 2000 até maio de 2012. Através de uma rotina de processamento de imagens elaboradas na forma de scripts para o SIG ILWIS, os dados de EVI foram importados, processados, mascarados para as áreas de agrícolas descritas no ítem anterior, e em seguida, recortados para, finalmente, serem extraídos os perfis de EVI das diferentes regiões da máscara.

2.5 Análise das áreas agrícolas com base no EVI/MODIS

Com base na análise da imagem de EVI, determinou-se visualmente as regiões de mesmo comportamento, ou seja, as áreas contínuas que apresentam o mesmo padrão de resposta espectral, que é indicativo da classe correspondente. Desta forma, foram analisados também o comportamento destas áreas em relação ao perfil multitemporal de toda a série histórica do produto, e alguns conjuntos de dados foram extraídos como os característicos das classes mais importantes. Com isso, definiu-se as regiões que são descritas no mapa de cobertura e uso da terra final.

Ao fim da análise do perfil em diversas regiões por todas as classes, seguiu-se a para classificação visual no SIG ArcGis, que consistiu em adicionar e excluir as áreas vetorizadas que não foram possíveis classificar apenas com as imagens LandSat 7 e LISS-III.

3. Resultados

Na figura 2, apresentou-se as imagens obtidas para a classificação da cobertura e uso da terra com o recorte da área de estudo do município de Sinop - MT. As imagens são apresentadas na composição "falsa cor", 4R5G3B do sensor ETM+, e 3R4G2B no LISSIII, onde percebe-se visualmente grandes diferenças no município após 10 anos de exploração da terra.

Já na figura 3, é apresentado o perfil espectro-temporal de EVI, sendo a linha em azul o dado original, e linha suavizada em vermelho, obtido nas coordenadas 11°50'35,12"S, 55°35'05,10"W, que na primeira imagem em 2002, foi classificada como de Soja em Pousio.

A partir da análise dessa informação percebe-se que no início da série temporal, entre as safras 00/01, a curva espectral é característica do ciclo de uma única cultura anual, que pelas

informações e características da região correspondem à soja, havendo apenas um pico dentro do período de safra, o que começa a mudar em 2002, contudo ainda sem grande resposta espectral ou mudança na data do período de pico de safra.

O ano safra 02/03, apresenta um leve pico no índice, no início do mês de novembro, e outro mais intenso em março, apenas em 03/04, notou-se maior diferença no espectro, confirmando que esta passou por mudança no cultivo agrícola regional. A partir da safra 04/05, ficou bem claro a presença de dois picos de EVI, comprovando a mudança na região, que passou de um cultivo inicial dado unicamente pela soja, e que, passou a cultivar também uma segunda cultura no mesmo período safra, que pela característica da região de Sinop, é provavelmente, a cultura do milho com variedades precoce, dado o curto ciclo da cultura observada no perfil.

Tal como nesta coordenada, diversas outras regiões apresentaram as mesmas características, o que pode ser facilmente analisado com o recurso *Maplist Graph* do SIG ILWIS, que gera automaticamente o perfil da série, em diversos pontos para análise. Desta forma, classificou-se a região como Áreas de soja e culturas de 2° safra em pousio.

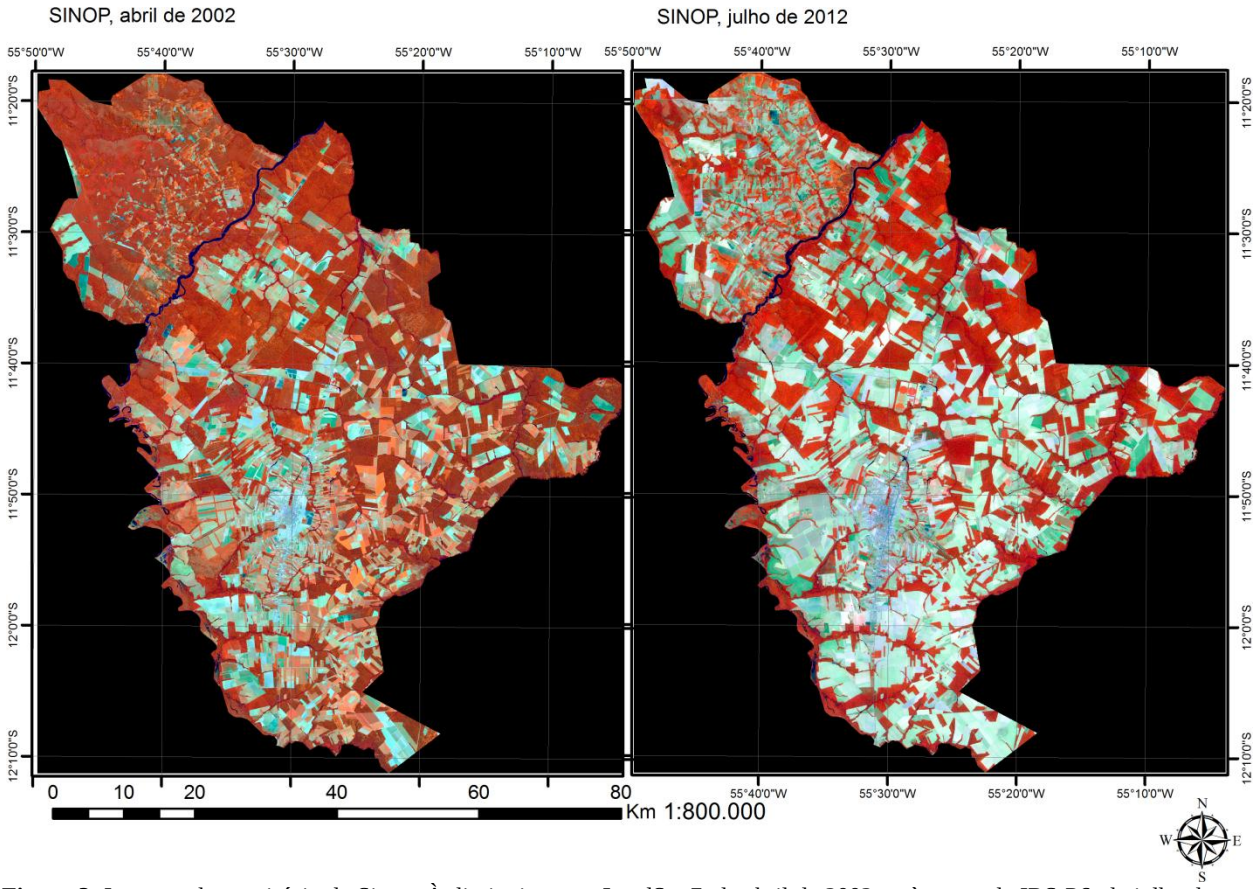

Figura 2: Imagens do município de Sinop. À direita imagem LandSat 7, de abril de 2002, e, à esquerda IRS-P6, de julho de 2012.

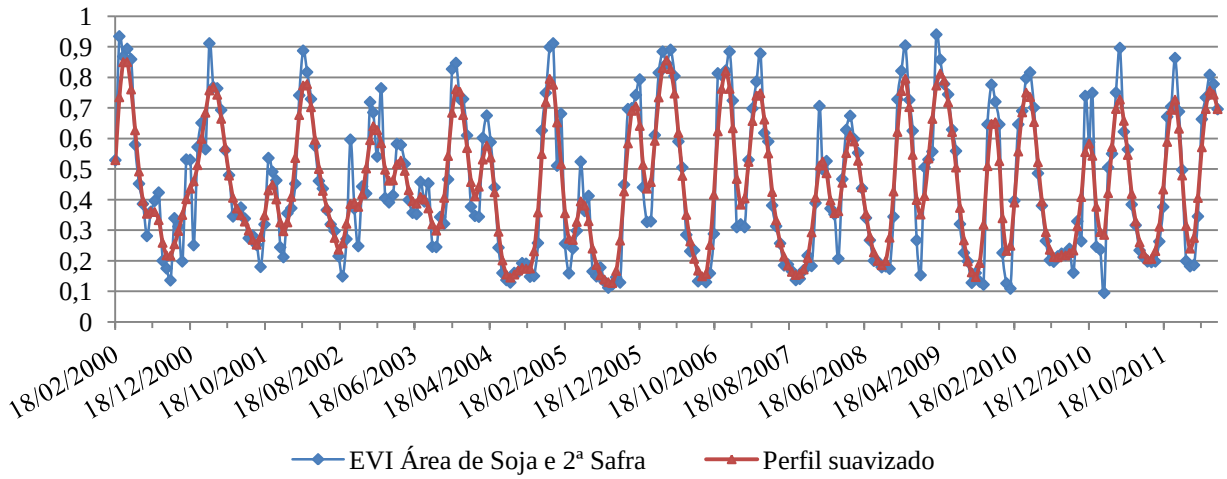

Figura 3: Perfil espectro-temporal do comportamento do EVI para a classe área de soja e culturas de 2ª safra, juntamente com o perfil suavizado por média ponderada de segunda ordem.

Na figura 4, tem-se o perfil característico de regiões que em 2002, foram classificadas como áreas desmatadas, nele o EVI têm picos anuais em diferentes datas, que é sinal da resposta da vegetação remanescente às chuvas anuais, e que, a partir de 2003, possui média anual inferior a 0,5, e se mantém ainda com picos erráticos anuais, sem apresentar sinal de que a área está sendo utilizada para outros fins agrícolas.

Segundo dados econômicos locais, obtidos no sitio eletrônico da prefeitura de Sinop, o município tem uma forte indústria moveleira, que é abastecida com o desmatamento das áreas de floresta nativa, e atividades é ilegais, dado as constantes operações de repressão ao desmatamento do IBAMA na região. Com este perfil, foi possível mapear as áreas iniciais de desmatamento em detectadas 2002, e seguir a sua expansão sem utilização agrícola na imagem LISSIII em 2012, o que gerou a classe de áreas desmatadas.

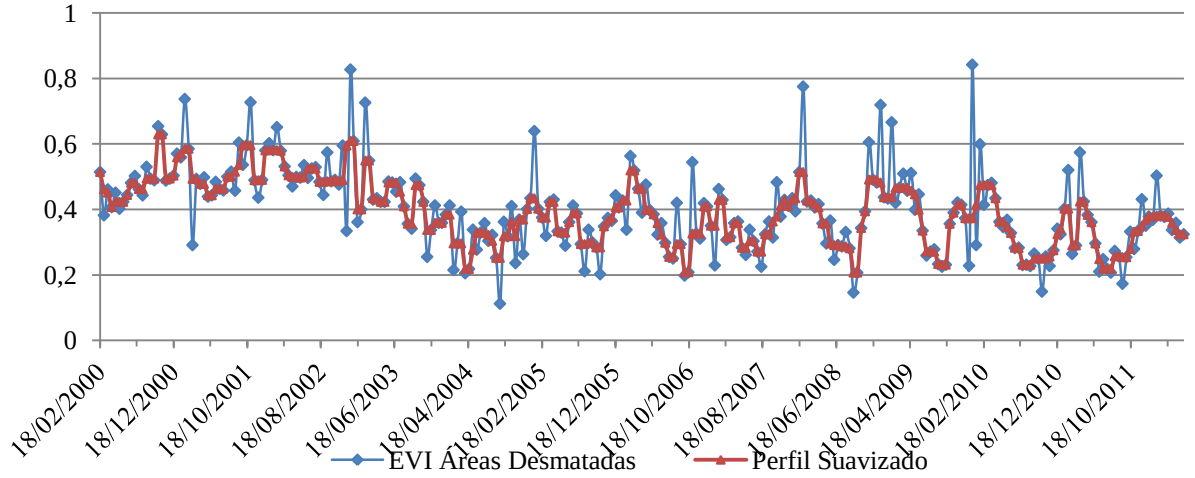

Figura 4: Perfil espectro-temporal do comportamento do EVI para a classe áreas desmatadas, juntamente com o perfil suavizado por média ponderada de segunda ordem.

Em contraposição no perfil espectro-temporal de EVI (Figura 5), obtido nas coordenadas 11°28'42,60"S, 55°42'20,23"W, correspondente às áreas que foram mapeadas como vegetação nativa, nas duas imagens ao longo de 10 anos.

Observou-se diversos picos anuais da vegetação seguidos de períodos de relativa estabilidade. No perfil suavizado, nota-se que, em média não há quedas significativas do EVI, sendo que, os picos mais baixos encontrados na série original devem-se provavelmente a contaminação de nuvens, seguida por grandes picos decorrentes da resposta das chuvas, foi

observado ainda que, a média total do perfil se mantém acima de 0,5, sendo este um indicativo da manutenção da vegetação nativa, como observado na classificação final.

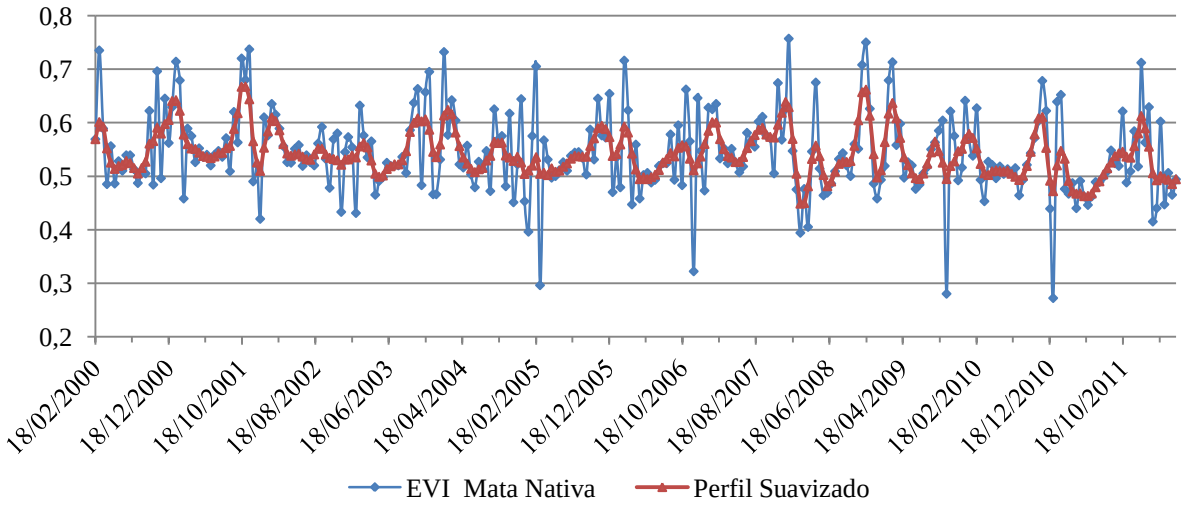

Figura 5: Perfil espectro-temporal do comportamento do EVI para a classe mata nativa, juntamente com o perfil suavizado por média ponderada de segunda ordem.

Na figura 6, foi apresentado o perfil espectral característico encontrado nas áreas classificadas como mata nativa na primeira imagem quando observamos a estabilidade do EVI, na fase inicial da série apresentando uma queda significativa apenas no fim de 2002, após a obtenção da imagem LandSat 7, indicando o desmatamento da área, logo na safra seguinte 03/04 e 04/05 nota-se o aproveitamento da área desmatada para o plantio de soja como única cultura anual, e por fim a área mudou para cultivo de soja em primeira safra seguida de culturas de segunda safra, possivelmente milho, conforme as duas curvas nas áreas de EVI durante o período safra, com calendário bem definido de com o primeiro pico no mês de dezembro e o segundo em abril.

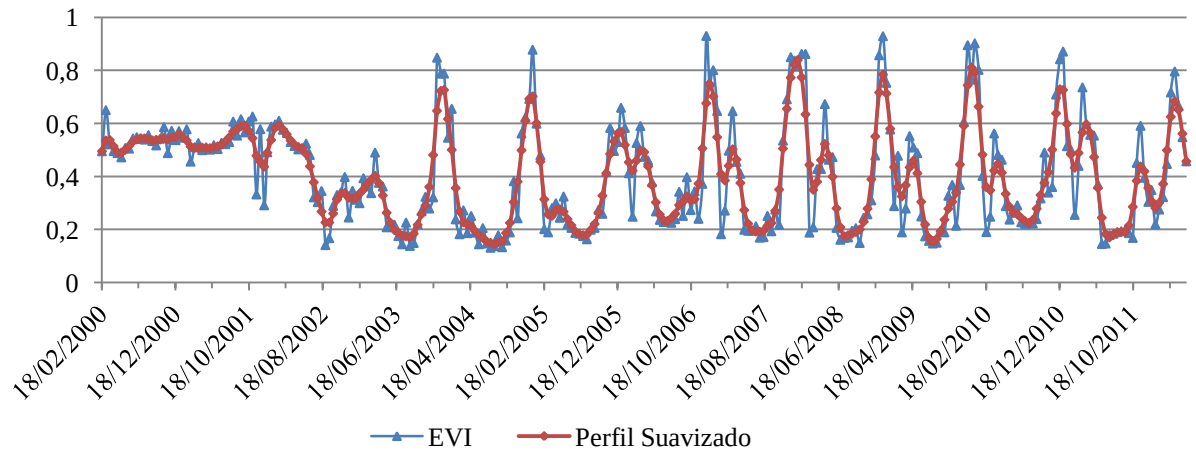

Figura 6: Comportamento médio de uma região com transição de classes aso longo do perfil espectro-temporal, juntamente com perfil suavizado de segunda ordem.

A figura 7, corresponde ao mapa final levantado após a análise das imagens LandSat e LISS, juntamente com as análises dos perfis temporais de EVI. Desta forma, foi possível analisar não só a mudança da cobertura e uso da terra, como também entender as razões das diferenças de classes, e o comportamento das regiões entre as imagens mapeadas.

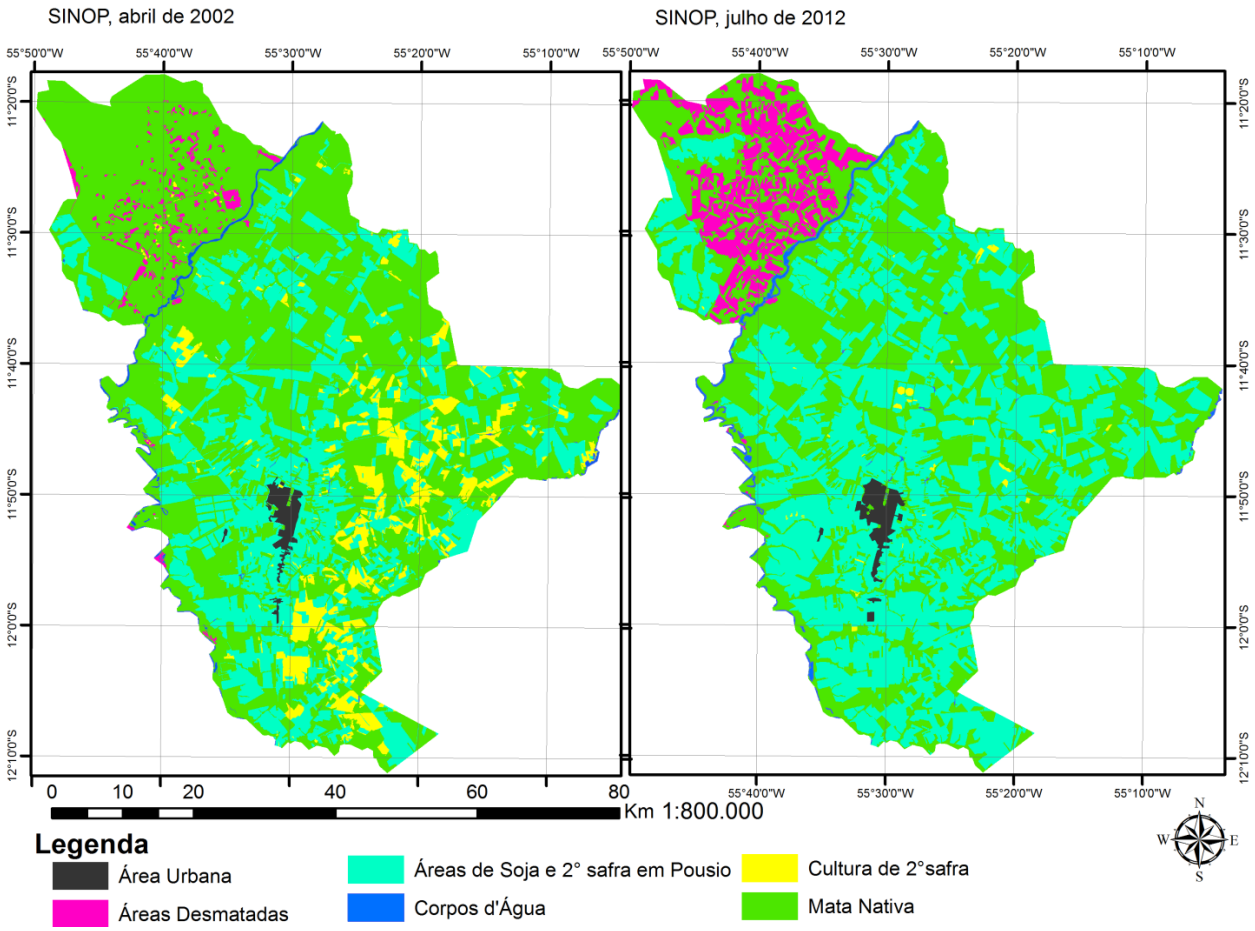

Figura 7: Classificação final do município de Sinop.

Conforme análise preliminar das imagens, após realizar a quantificação das áreas mapeadas, observou-se as alterações nas classes de cobertura e uso nas imagens, ao longo dos dez anos. Na tabela1, está disposta esta alteração. Onde se pôde observar que, na Classe de 2ª Safra, houve diminuição de 95% da área original, encontrada na imagem de 2002, o que pode ser atribuído às datas de aquisição das imagens que foram, imagem de 2002 em abril, e de 2012 em julho, que é o período pós-safra.

A classe de Mata Nativa, diminuiu em 46%, que está diretamente relacionado ao aumento de 384% da classe Áreas Desmatadas, aumento este que é justificado pela forte presença da indústria moveleira no município, além de ações ilegais provenientes desta prática, porém também foi observado que as áreas desmatadas encaminharam-se para duas categorias, parte da área foi abandonada, e a maior parte destinou-se para agricultura, como pôde-se observar na classe de Áreas de Soja e 2ª Safra em Pousio que apresentou aumento de 54% .

Como era de se esperar, a área urbana aumentou em 26%, refletindo diretamente à expansão das atividades socioeconômicas ao longo dos anos do estudo.

Tabela 1: Alteração das áreas de cobertura e uso classificadas, entre os anos de 2002 e 2012.

Classes	Área Km²		Alteração (%)
	2002	2012	
Cultura de 2ª Safra	275,0	11,4	-95,87
Áreas Desmatadas	59,1	286,2	384,53
Áreas de Soja e 2ª Safra em Pousio	1168,0	1807,3	54,73
Mata Nativa	3817,7	2044,0	-46,46
Área Urbana	32,6	41,2	26,31

4. Conclusão

Dada as condições desfavoráveis de contaminação de nuvens em grande parte do período de safras no Estado do Mato Grosso, as imagens disponíveis dificilmente trazem informações diretas das áreas agrícolas, e nesse contexto a utilização de series temporal de índices de vegetação, no caso o EVI, apresentaram resultados satisfatórios como informação complementar para o mapeamento e melhor compreensão da dinâmica do uso da terra.

5. Agradecimentos

À Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), a Faculdade de Engenharia Agrícola (FEAGRI), e ao Laboratório de Geoprocessamento (LABGEO), por viabilizar o presente estudo.

6. Referências Bibliográficas

BECKMANN, E. OLIVEIRA, A. M. Levantamento E Análise Do Potencial Agroindustrial Dos Municípios Mato-Grossenses De Sinop, Sorriso E Lucas Do Rio Verde. **Revista de Estudos Sociais -** ano 12, n. 24, v. 2, 2010.

DUARTE , R.F., MEDEIROS, C.M., DUMITH, R.C., Oliveira, A. O., LUCAS, L.M. Utilização de imagens orbitais do sensor TM/Landsat 5 para identificação e monitoramento do uso e ocupação do solo no município de Pedras Altas, Rio Grande do Sul, Brasil. **In: Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Natal, Brasil, 25-30 abril 2009, INPE, p. 5757-5764.

ESPINOZA, H. F.; ABRAHAM, A. M. Aplicação de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento para o estudo dos recursos hídricos em regiões costeiras. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 12. 2005. Goiânia. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2005. Artigos, p. 2487-2494. CD-ROM, On-line. ISBN 85-17-00018-8. Disponível em: <http://marte.dpi.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2004/11.21.20.24.27/doc/2487.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2012.

OLIVEIRA, H. F. Avaliação de modelos de estimativa de produtividade da Cana-de-açúcar irrigada em Jaíba-MG**. Universidade Federal de Viçosa** (Dissertação - Orientador: Everardo Chartuni Mantovani), 96f.,Viçosa- MG, 2010.

POWELL, R. L.; MATZKE, N.; SOUZa Jr. C.; CLARK, M.; NUMATA, I.; HESS, L. L.; ROBERTS, D. A. Sources of error in accuracy assessment of thematic land-cover mape in the Brazilian Amazon. **Remote Sensing of Environment**, n. 90, p. 221-123. 2004.

TOLEDO, J. M. A., EPIPHANIO, J.C.N. Comportamento de Índices de Vegetação a partir de três sensores orbitais: estudo de caso no município de São Borja (RS). **Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p. 741-748.

XAVIER da SILVA, J. e ZAIDAN, R. T. **Geoprocessamento e análise ambiental: aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. 396 p.