

Mapeamento do uso da Terra e Desenvolvimento da Cultura da Soja Numa Fazenda do Sul de Mato Grosso a partir de Dados Medidos *in loco* e de Imagens Orbitais

Darlan de Souza Marquezola¹
Jeater Waldemar Maciel Correa Santos¹

¹ Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT/CUR/ICHS/DEGEO
Caixa Postal 00 – 78735-910 – Rondonópolis – MT, Brasil
marquezzola@hotmail.com
jeater@ufmt.br

Abstract: The study aimed to evaluate the potential use of vegetation index (NDVI) images produced by the MODIS sensor for monitoring the development of soybean plants grown in the 2011/2012 harvest in the farm Itiquira MT. We used two images of MODIS / Terra, and a product image MOD13Q1 TM / Landsat. We also used a map (digital vector) with the limits of the stands and phenological data provided by farm and still spot surveys conducted in two field studies in order to measure and record pictures in the physiological development of soybean plants. In mapping the land use land consequently the agricultural production areas of the farm, it was adopted as a strategy, do it the first image TM/Landsat which has higher spatial resolution (30m), to serve as “control” of the results obtained on the MODIS / NDVI that has lower spatial resolution (250m). After the georeferenced image TM / Landsat suffered supervised classification method of Maximum Likelihood (Petrini *et al.*, 2011). Since the MODIS / NDVI suffered through four-dimensional classification ranges of NDVI values. As a result it was found in the LANDSAT image that 67.96% of the image area met with agricultural crop against 32.04% of the natural vegetation comprising areas of forest and savannah. Since the MODIS / NDVI were effective for monitoring the development of soybean plants allowing even check variations of such development within the areas of each plot. In this sense the achievements of field surveys (measurements and photographic record) were of paramount importance.

Palavras-chave: Soybean, MODIS images, vegetation index, mapping.

1.Introdução

Localizado na região Centro-Oeste do Brasil, o estado de Mato Grosso é conhecido como o maior produtor de grãos do país, devido a alguns fatores: o grande potencial tecnológico implantado em sua produção desde a década de 1970, quando o estado tornou-se a mais nova fronteira agrícola do país ao lado dos estados do Paraná e Rio Grande do Sul; às condições ambientais de que é munido grande parte do estado, como o clima no que diz respeito à potencialidade da estação das chuvas que ocorre entre os meses de outubro e abril; e às características planas de grande parte do relevo que permite com que a produção se estenda por grandes dimensões.

Tais características permitem que a produção agrícola desse estado alcance elevados índices de excelência em produção por hectare bem como na qualidade dos grãos e sementes das culturas de soja (em grande parte da área plantada), milho, algodão e arroz.(SANTOS, 2005; ARVOR *et al.*, 2007)

Frente a essa modalidade de produção agrícola a necessidade de controle, gerenciamento e monitoramento da safra e de áreas adjacentes a essas fazendas faz-se de suma importância não só para fins econômicos como também para os ambientais.

Na atualidade são várias as organizações mundiais que estão envolvidas no monitoramento de cultivos agrícolas, previsões e estimativas de safras. Os trabalhos desenvolvidos se aplicam em diferentes escalas (local, regional e global) e com diferentes objetivos. Por exemplo, existem trabalhos para a regulação e otimização do comércio mundial, para a estabilidade de preços, para a regulação de estoques e segurança alimentar.(DEPPE *et al.*, 2007)

O satélite Terra onde se encontra embarcado o sensor Espectrorradiômetro Imageador de Resolução Moderada(MODIS), que além de propiciar resolução de 250m, 500m e 1Km em

36 bandas em suas imagens, proporciona visadas diárias da localização desejada, o que é de grande valia para o monitoramento das safras de grãos e do uso do solo no estado de Mato Grosso, uma vez que no período de máxima produção da safra a incidência de nuvens de chuva é muito grande na região o que atrapalha o monitoramento da safra por outros sensores com menor resolução temporal.

O mapeamento do uso e ocupação da terra através de técnicas de Geoprocessamento se torna uma ferramenta de extrema importância para planejadores e legisladores, pois permite verificar a utilização do solo com menos custos e tempo para uma determinada área, possibilitando assim a elaboração de políticas de uso da terra mais eficazes para o desenvolvimento de determinada região. (SILVA *et al.*, 2010).

Diversos são os estudos que demonstram a aplicação do mapeamento digital do uso e ocupação da terra por meio das imagens LANDSAT e MODIS (FORMAGGIO *et al.*, 2005; SILVA *et al.*, 2010; SAMPAIO, 2007; JUNIOR *et al.*, 2005; GANAN *et al.*, 2005; BENEDETTI *et al.*, 2011).

No caso de Formaggio *et al.*, (2005) a avaliação da contribuição de dados do sensor MODIS 250m, tomando como instrumento de comparação dados do LANDSAT ETM+ em área de intensa produção agrícola, produziu um mapa temático com classes de uso da terra do município de Ipuã-SP onde os resultados atingidos pela classificação digital em ambas as imagens foram qualificadas como muito boa e excelente.

JUNIOR *et al.*, 2005 com o uso de imagens MODIS mapearam a cobertura da terra dos estados de GO, TO e DF, definindo cinco classes diferentes de cobertura da terra. Nesse estudo foi possível fazer a comparação escalar entre as áreas já antropizadas e da cobertura natural predominante: o cerrado.

Baseando-se nesses aspectos de monitoramento de safras de grãos no estado de Mato Grosso a presente pesquisa teve por objetivo avaliar o potencial de uso das imagens MODIS no monitoramento (em nível de talhão) do desenvolvimento das plantas da soja cultivadas na safra 2011/2012 na Fazenda Palmares localizada nas coordenadas geográficas de latitude 17°10'33.2"S e longitude 54°24'47.7" no município de Itiquira-MT.

2. Metodologia de Trabalho

2.1 Materiais

- a) Duas imagens do sensor MODIS do satélite Terra compreendendo o produto MOD13Q1 adquiridas no site da NASA no endereço eletrônico <http://modis.gsfc.nasa.gov/data/>, correspondentes às datas próximas aos dos trabalhos de campo realizados nos dias 03/11/2011 e 12/12/2011.
- b) Uma imagem Landsat/TM do dia 06/09/2011 adquirida pelo site do INPE <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>, para a realização da classificação e identificação do uso e ocupação do solo da área de estudo em resolução espacial adequada.
- c) Um mapa(vetor) dos limites dos talhões da Fazenda Palmares utilizado para a geolocalização da Fazenda nas imagens Landsat/TM e MODIS/NDVI.
- d) Um conjunto de fotografias da situação de desenvolvimento das plantas nos talhões da fazenda foi criado através da realização de dois trabalhos de campo nas datas citadas, com o intuito de validar a comparação visual e dos valores de NDVI das classificações das imagens MODIS/NDVI e Landsat/TM usadas na pesquisa.
- e) Software MODIS REPROJECTION TOOLS(MRT) para a reprojeção das bandas das imagens MODIS/NDVI.
- f) Software ENVI 4.7 para a realização das classificações digitais das imagens MODIS/NDVI e Landsat/TM.

g) Software AutoCAD 2007 e Software Google Earth na elaboração do Mapa(vetor) dos limites dos talhões da Fazenda.

2.2. Mapeamento dos Limite dos Talhões da Fazenda

Para o mapeamento dos limites dos talhões da Fazenda Palmares utilizou-se as seguintes estratégias:

a) Vetorização dos limites dos talhões sobre uma imagem do Google Earth.

Nessa estratégia foi realizada no software Google Earth a localização da Sede da fazenda através das coordenadas geográficas registradas em campo como ponto de referência da fazenda. A partir daí, a área da fazenda em estudo foi visualizado numa escala que se pode identificar os limites dos talhões, em seguida tal imagem foi salva em formato JPEG.

Na sequência essa imagem foi ambientada no software AutoCAD, onde foram traçadas linhas sobrepostas aos limites dos talhões formando um vetor para cada talhão da fazenda.

b) Georreferenciamento do mapa digital obtido junto do escritório da Fazenda.

Nessa estratégia foi realizado o georreferenciamento do mapa digital obtido no escritório da fazenda que foi georreferenciado a partir do mapa(vetor) de limites dos talhões da fazenda produzido a partir da vetorização dos mesmos sobre a imagem Google Earth.

Por fim foi realizado a integração do mapa(vetor) produzido a partir da imagem Google Earth, com o mapa digital fornecido pelo escritório da fazenda, onde um foi sobreposto sobre o outro permitindo o posicionamento fino do segundo.

2.3 Classificação Digital da Imagem Landsat/TM

A Classificação digital da imagem Landsat/TM foi realizada através do método do classificador automático supervisionado de Máxima Verossimilhança.(PETRINI *et al.*, 2011)

Com a finalidade de definir as classes de uso e ocupação da área da Fazenda Palmares e os arredores foi feita uma composição colorida RGB-543(PETRINI *et al.*, 2011) bem como o georreferenciamento da imagem utilizando a projeção UTM, fuso 21 e datum WGS-84, seguindo-se de um recorte da mesma compreendendo a localização da Fazenda Palmares e seus arredores.

A definição das classes de uso e ocupação do solo do recorte da imagem compreendeu quatro classes: 1) classe áreas de “Cultura para Plantio Direto” onde foi possível a identificação de resteva das plantas de algodão da safra anterior nos talhões; 2) classe “Solo Exposto”, essas foram áreas identificadas na imagem em que o solo não apresentava nenhum tipo de proteção ou cobertura verde viva ou morta; 3) classe de vegetação de “Cerrado”;4) classe “Matas”, que na sua maioria acompanham as bordas dos córregos e nascentes da área de estudo.

2.4 Classificação Digital das Imagens MODIS/NDVI

Para a classificação digital das imagens MODIS/NDVI usou-se o recurso do classificador digital Unidimensional Density Slice.

Anterior ao processo de classificação digital, as imagens MODIS/NDVI adquiridas passaram pelo processo de reprojeção, onde a mesma foi transformada do formato HDF para o formato TIFF, nesse processo são inseridas a projeção UTM e coordenadas geográfica e o datum WGS-84.

O produto MOD13Q1 das imagens MODIS disponibiliza em cada imagem 12 tipos de bandas, a partir daí escolheu-se a banda do NDVI. Um recorte assim como o realizado na classificação digital da imagem Landsat/TM também foi realizado nas imagens MODIS/NDVI, uma vez que essas imagens são disponibilizadas por cenas e tiles de grande extensões,(1200 a 2400 Km) já que a área que nos interessava foi apenas a da Fazenda Palmares e seus arredores mais próximos.

Visando também a classificação do uso e ocupação do solo bem como a situação do desenvolvimento da soja nas datas das imagens MODIS/NDVI, realizou-se: 1) Classificação de imagem pela banda do NDVI. 2) Trabalho de campo no qual foram definidas, por meio da visualização do relatório fotográfico, quatro classes de valores de NDVI diferentes: 1) -1,00 a 0,350 que representou as áreas em que a cobertura vegetal era mínima, ou seja, locais em que parte do solo ainda estava exposto com algum resquício de resteva do algodão da safra anterior; 2) 0,350 a 0,450 retratando as áreas em que as plantas de soja já haviam brotado apresentando altura em torno de 10cm; 3) 0,450 a 0,550 demonstrando as áreas de transição entre a lavoura e o início da vegetação natural do local como também de áreas em que os valores de NDVI da vegetação se assemelhou ao dessas áreas; 4) 0,550 a 1,00 que definiu as áreas de presença de vegetação natural viva em pleno desenvolvimento assim como favorecidas com um dossel denso como as áreas de plantas de soja com altura entre 50 a 70 cm, as matas e o cerrado.

3. Resultados e Discussão

3.1. Mapa dos Limites da Fazenda

Do processo de integração do mapa(vetor) com o mapa digital obtido junto do escritório da fazenda, verificamos que ambos possuíam diferenças insignificantes, o que ressalta o fato de que o mapa(vetor) elaborado através da imagem Google Earth poderia ser usado nos trabalhos sem a consulta prévia ao mapa digital fornecido pela fazenda como podemos visualizar na Figura 1:

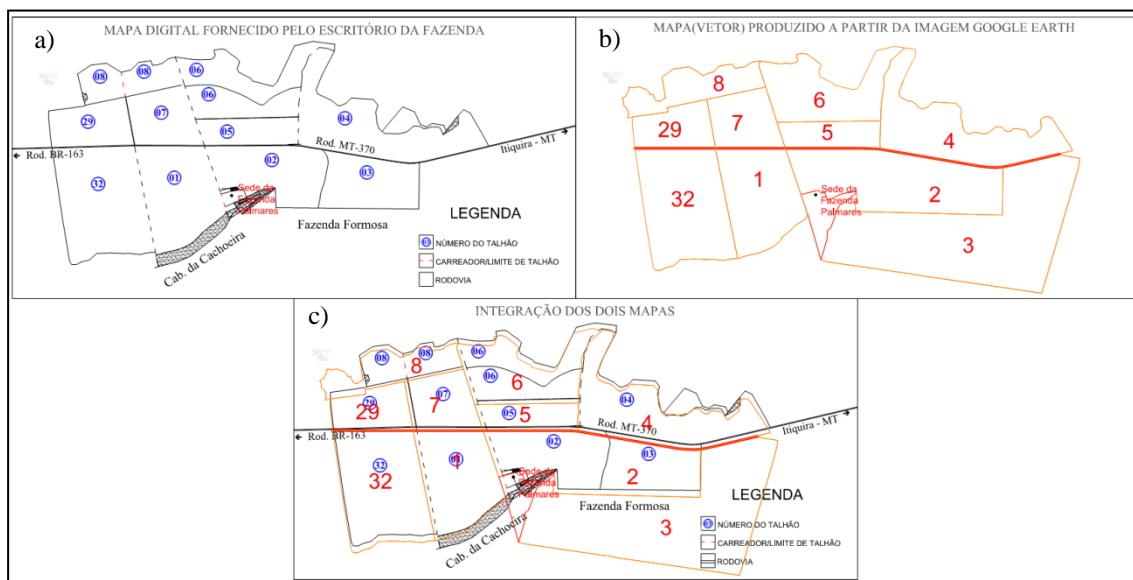


Figura 1. Mapas dos Limites dos Talhões da Fazenda Palmares: a) Fornecido pelo escritório da Fazenda; b) Produzido pela vetorização sobre a imagem Google Earth; c) Mapa final da integração dos dois primeiros.

3.2 Classificação da imagem Landsat/TM

Da classificação digital da imagem Landsat/TM obtivemos o mapa com a classificação do uso e ocupação do solo um mês antes do início do plantio de soja do primeiro talhão na Fazenda Palmares(Figuras 4 e 5), nos revelando dois tipos(classes) de uso e ocupação do solo que abrangiram 67,96%(Tabela 1) da imagem, sendo o “Solo Exposto” representado por áreas em que o solo não havia nenhum tipo de matéria vegetal viva ou morta e “Cultivo para Plantio Direto” áreas com a presença de matéria vegetal do algodão colhido do plantio anterior.

Após a inserção do vetor que delimita a área de estudo da fazenda, verificou-se que eram grandes as áreas dos talhões 1, 32, 6, 4, 2 e 8 em que havia presença de resteva do cultivo de algodão para o plantio direto da soja, uma vez que a colheita do algodão se finda em agosto e início de setembro.

Já nas áreas de vegetação que compreenderam o Cerrado e a Mata, ficou evidente que as mesmas ocupam locais adjacentes ao da fazenda e das áreas de cultivo, revelando sensível a diferença do relevo da região, característica própria das grandes áreas cultivadas por grãos no estado de Mato Grosso.

A data da imagem Landsat/TM utilizada compreendeu o dia 06/09/2011 por apresentar uma melhor possibilidade de definição das classes de uso e ocupação do solo através da composição colorida usada, em relação às do dia 08/10, 24/10/ e 09/11/2011.

Tabela 1. Área ocupada pelas classes na Imagem LANDSAT

Nome da Classe	Área(%)	Área(ha)
Cultura para Plantio Direto	35,94	3711,78
Solo Exposto	32,02	3307,05
Cerrado	10,08	906,93
Mata	21,96	2267,1
TOTAL	100	10192,86

3.3 Classificação das imagens MODIS/NDVI

A imagem MODIS/NDVI do dia Juliano 305(01/11/2011) diante da classificação(Figura 4), apresentou na área total dos talhões 3 e 7 e em grande parte dos talhões 4, 2 e 29 a classe “-1,00 a 0,350”(Tabela 2), pois nessas áreas as plantas de soja ainda estavam muito pequenas, apresentando em torno de 9 a 12 cm de altura fator que permitiu com que o espaçamento entre as plantas fosse grande, deixando ainda grande parte do solo à mostra evidenciando os baixos valores do NDVI registrados pelo sensor.

Tabela 2. Área ocupada pelas classes na Imagem MODIS

Nome da Classe	Área(%)	Área(ha)
-1,00 a 0,350	10,56	1068,75
0,350 a 0,450	5,31	537,50
0,450 a 0,550	12,84	1300,00
0,550 a 1,00	71,30	7218,75
TOTAL	100,00	10125,00

Um fato peculiar resultante da classificação da imagem MODIS/NDVI do dia juliano 305(01/11/2011) foi que na parte sul dos talhões 1 e 32 a área foi classificada pelo software como a classe “0,550 a 1,00”, o que contradiz as imagens das fotografias correspondentes a essa área(Figura 2), pois os talhões nessa data não apresentavam cobertura verde em ascensão que ao ser captada pelo sensor refletisse na imagem gerada valores da classe citada. Tal constatação foi possível após a consulta à banda pixel_reliability(uma das doze bandas do produto MOD13Q1) da imagem, pois os dados dos pixel que compreendiam essa área não são válidos na banda NDVI da imagem, por haver nesta área uma nuvem.



Figura 2. Situação do desenvolvimento das plantas de soja nos talhões em 03/11/2011: a) Talhão 1; b) Talhão 32.

Na classificação realizada na imagem MODIS do dia Juliano 337(03/12/2011) foi possível constatar a dinâmica do desenvolvimento das plantas da soja em relação a imagem MODIS/NDVI do dia Juliano 305(01/11/2011) da Fazenda Palmares(Figura 5).

Na imagem MODIS do dia 03/12/2011 as áreas representadas pela classe de maior valor(0,550 a 1,00) representaram em campo, como constatado nas fotografias dos talhões 2 e 32 registradas no dia 12/12/2011(Figura 3), os locais em que as plantas de soja apresentavam na maioria dos talhões altura de 50 a 70 cm, bem como as áreas de vegetação nativa como as matas e o cerrado, o que permitiu com que o sensor registrasse na imagem correspondente valores de NDVI elevados.



Figura 3. Situação do desenvolvimento das plantas de soja nos talhões em 12/12/2011: a) Talhão 2; b) Talhão 32.

Notou-se que apenas os talhões 6 e 8 apresentaram classes diferentes da citada, isso se deve também ao tamanho das plantas de soja que apresentavam altura em torno de 20 cm na data, e ao fato de que o espaçamento entre as plantas era semelhante ao dos talhões 1 e 32 da imagem do dia 03/11/2011 que apresentava pequeno ou quase nenhum dossel formado, deixando ainda parte do solo à mostra.

Comparando a imagem Landsat/TM com as imagens MODIS/NDVI nas duas datas (Figura 4 e 5) bem como dos dois trabalhos de campo em que as fotografias dos talhões foram registradas, verifica-se que as classificações realizadas nas imagens Landsat/TM e MODIS/NDVI permitiram visualizar a correspondência da ocupação e uso do solo em ambas

as imagens MODIS/NDVI, apesar da diferença existente entre o tamanho dos pixels de cada imagem e dos valores de NDVI dos talhões da Fazenda Palmares.

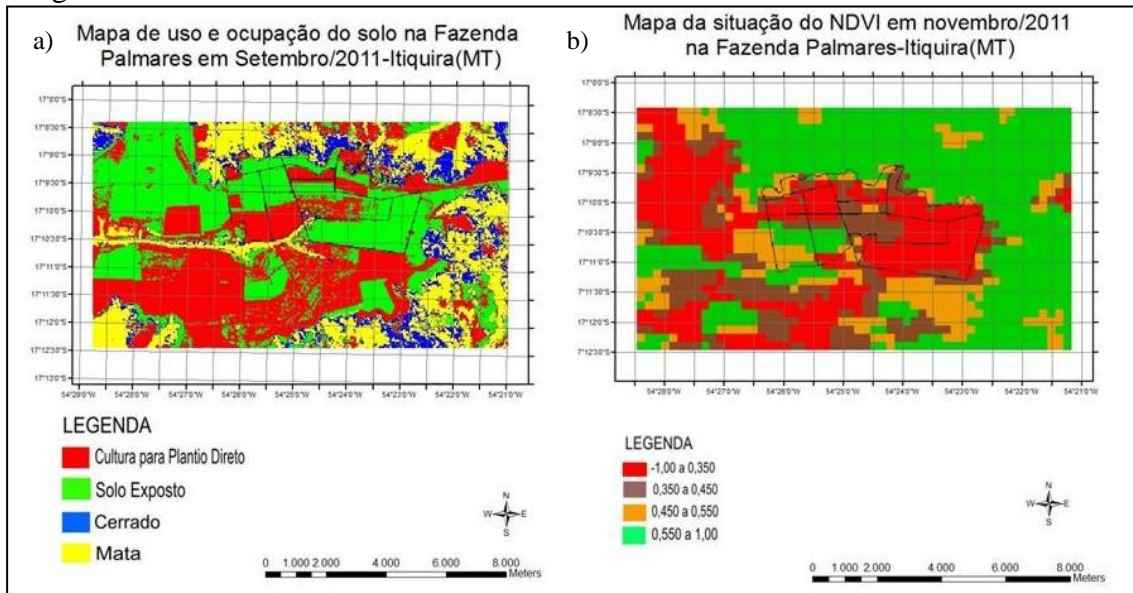


Figura 4. Classificações do uso do solo dos talhões da Fazenda Palmares: a) Com classificador MaxVer. Sobre imagem Landsat/TM do dia 06/09/2011; b) Por classificação unidimensional sobre valores de NDVI em imagens MODIS do dia 01/11/2011.

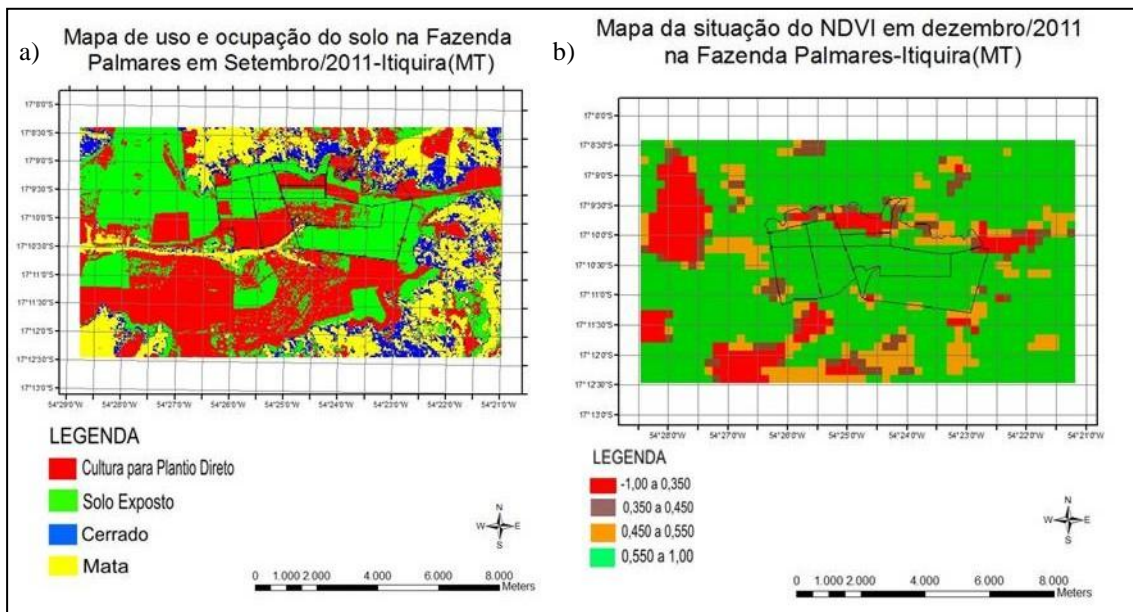


Figura 5. Classificações do uso do solo dos talhões da Fazenda Palmares: a) Com classificador MaxVer. Sobre imagem Landsat/TM do dia 06/09/2011; b) Por classificação unidimensional sobre valores de NDVI em imagens MODIS do dia 03/12/2011.

As imagens Landsat/TM, como o presente estudo demonstrou, são altamente eficientes no que diz respeito ao processo de classificação de uso e ocupação da terra dos ambientes, pois permite identificar, visualmente detalhadamente os objetos temáticos.

Verificamos que outros estudos, que fizeram uso de imagens Landsat/TM para o mapeamento do uso da terra, bem como os que fizeram uso de imagens MODIS/NDVI para o monitoramento de safras, fazem-no em escala global e não local como o mapeamento e monitoramento deste estudo. Porém a particularidade desse estudo em relação à escala do local analisado, possibilitou alcançar resultados satisfatórios em relação ao o objetivo.

Apesar do presente estudo fazer uso de apenas duas datas e duas imagens MODIS/NDVI para a identificação do desenvolvimento das plantas de soja, foi possível constatar o crescimento das plantas de soja entre as datas analisadas, retratando assim parte do comportamento do ciclo de desenvolvimento das safras de grãos no estado de Mato Grosso.

Não podemos deixar de mencionar que tal constatação foi possível graças as datas selecionadas para o estudo, pois isso não seria possível se ambas as datas estivessem sido selecionadas no início(setembro/outubro) e fim da safra(abril e maio), uma vez que nesses períodos a taxa de crescimento das plantas de soja é mínima o que não permite com que haja a formação e existência de um dossel denso que permitisse que o sensor registrasse de tal forma que a área apresentasse diferença significativa entre os valores de NDVI das datas trabalhadas.

4. Conclusões

Ficou evidente a partir da classificação das imagens MODIS utilizando a banda NDVI que a correspondência de uso e ocupação do solo na área de estudo nas duas imagens MODIS/NDVI quando comparada com a Landsat/TM, foi semelhante.

Nesse trabalho optou-se por usar a Classificação Unidimensional aliada sobre a banda do NDVI na classificação das imagens MODIS em função desta metodologia ter se consolidado em fornecer o melhor resultado espectral e acurácia em relação as verdades de campo registradas pela fotografias.

A metodologia usada mostrou-se eficiente no monitoramento do desenvolvimento das plantas de soja, porque permitiu observar dentro de um mesmo talhão os valores diferentes de NDVI, o que demonstra que as imagens MODIS/NDVI são capazes de captar diferentes estágios da vegetação em um mesmo talhão, como o que ocorreu em maior intensidade no talhão 2 da imagem MODIS/NDVI do dia 01/11/2011.

O estudo revela que as imagens MODIS/NDVI podem ser usadas para o monitoramento de talhões agrícolas no que diz respeito a análise do desenvolvimento acelerado e retardado das plantas de soja dentro de um mesmo talhão e que estudos semelhantes podem ser desenvolvidos usando o registro das fotografias coincidindo com as datas das imagens MODIS a ser usada em todo o período de uma safra.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

ARVOR, Damien; DUBREUIL, Vincent, et al. **Análise dos perfis temporais de EVI/MODIS para o monitoramento da cultura da soja no Estado de Mato Grosso, Brasil**. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto , 13, 2007. Anais... Florianópolis: INPE, 2007, p. 51-58.

PETRINI, Maria Angélica, et al. **Comparação entre perfis temporais de NDVI e NDVI ponderado em relação ao uso da terra**. Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 05 de maio de 2011, INPE p.0452.

PONZONI, Flávio Jorge; Shimabukuro, Yosio Edemir. **Sensoriamento remoto no estudo da vegetação**. São José dos Campos, SP: A. Silva Vieira Ed, 2009.

RUDORFF, B. F. T.; SHIMABUKURO, Y. E.; CEBALLOS, J. C. O. **Sensor modis e suas aplicações ambientais no Brasil**. São José dos Campos:Parêntese. 2007.

SILVA, Marcos Antônio; SANTOS, Adriano Sebastião Lucas, et al. **Classificação digital de imagens MODIS para mapeamento do uso da terra na Bacia do Médio e Alto Teles Pires-MT**. III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, Recife - PE, 27-30 de Julho de 2010 p. 001-006.