



ANÁLISE DE PERFIS TEMPORAIS DE NDVI E EVI EM DIFERENTES USOS DO SOLO NO MUNICÍPIO DE GOIANA – PE

Jussara Freire de Souza
Universidade Federal de Pernambuco

Richarde Marques da Silva
Universidade Federal da Paraíba

Resumo

Este estudo tem como objetivo analisar e comparar perfis temporais de NDVI e EVI das imagens MODIS em diferentes usos do solo entre os anos de 2000 a 2012 no município de Goiana- PE. Imagens de satélite para identificação do uso e ocupação do solo e produtos de índices de vegetação, como o Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) e o Enhanced Vegetation Index (EVI) foram utilizados. Esses índices foram obtidos pelo produto MOD13Q1 do sensor MODIS, com resolução temporal de 16 dias e resolução espacial de 250 m. Foram selecionados nove pontos para compor a análise dos perfis temporais de índices de vegetação, sendo três de áreas de cana-de-açúcar, três de outras culturas (culturas temporárias) e três de vegetação nativa, visando identificar uma padronização no comportamento de perfis temporais da vegetação para os três tipos de cobertura vegetal. A análise temporal permitiu identificar os tipos de uso do solo por meio de padrões visuais e quantitativos das curvas de índice de vegetação, bem como constatar as diferenças de resposta espectral dos tipos de uso do solo e dos índices utilizados (EVI e NDVI). O estudo mostrou-se importante na formulação de um método para avaliar e classificar tipos de uso do solo por meio de análise multitemporal do índice de vegetação, podendo ser aplicado a qualquer outro tipo de vegetação.

Palavras-clave: EVI; NDVI; MODIS; Cobertura Vegetal.

NDVI AND EVI TEMPORAL PROFILES ANALYSIS IN DIFFERENT LAND USES IN THE MUNICIPALITY OF GOIANA - PE

Abstract

This study aims to analyze and compare NDVI and EVI temporal profiles of MODIS images in different land uses between the years of 2000 and 2012 in the municipality of Goiana-PE. Satellite images to identify land use and vegetation

índices products, such as Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) and Enhanced Vegetation Index (EVI) were used. These indices were obtained by the product MOD13Q1 of MODIS sensor, with temporal resolution of 16 days and spatial resolution of 250 m. A total of nine points were selected to compose the analysis of the temporal profiles of vegetation indexes, three of which were sugarcane areas, three from other crops (temporary crops) and three from native vegetation, in order to identify a pattern in the behavior of temporal profiles of the vegetation for the three types of vegetation cover. The temporal analysis allowed to identify the types of land use by means of visual and quantitative patterns of the vegetation index curves, as well as to verify the differences in the spectral response of the land use types and the indices used (EVI and NDVI). The study was important in the formulation of a method to evaluate and classify types of soil use through multitemporal analysis of vegetation index, and can be applied to any other type of vegetation.

Keywords: EVI; NDVI; MODIS; Vegetal cover.

INTRODUÇÃO

O monitoramento da cobertura vegetal utilizando produtos e técnicas de Sensoriamento Remoto integradas a um Sistema de Informação Geográfica (SIG) tem se tornado muito frequente em diversas áreas de pesquisa nas últimas décadas. A utilização dessas técnicas vem ganhando espaço nos estudos de monitoramento e distribuição da vegetação, pois minimizam o tempo de análise da vegetação possibilitando uma maior rapidez nos resultados propostos e, conseqüentemente, na tomada de decisão (NEPOMUCENO et al., 2011).

As imagens de sensores orbitais podem apresentar diferença espectral entre áreas distintas com nitidez ou não. Essas imagens em função do uso do solo podem apresentar vasta gama de particularidades, pela influência na resposta dos diferentes usos do solo, como tipos de culturas, estágios de desenvolvimento e modos de manejo (AGUIAR et al., 2008). A resolução espacial e as condições de iluminação, como interferências atmosféricas podem influenciar na distinção de tipos de uso do solo em imagens de satélite.

Para facilitar a identificação de tipos de cultura e de vegetação são utilizados produtos de índices de vegetação, entre os quais estão o *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) e o *Enhanced Vegetation Index* (EVI). Esses índices podem ser obtidos a partir de dados do sensor MODIS, produto disponibilizado gratuitamente ao usuário, usando critério de seleção de pixels em imagens obtidas num intervalo de tempo de 16 dias e resolução espacial de 250 m.

O NDVI e o EVI apresentam informações a respeito da quantidade de biomassa verde, do desenvolvimento da vegetação e dos parâmetros de crescimento. O NDVI é o índice mais utilizado em estudos relacionados à dinâmica da cobertura vegetal, considerado também um bom estimador de biomassa, porém absorve interferências da atmosfera (ruídos), que causam alterações no resultado da análise (JUNGES et al., 2007). Já o EVI, promove a redução das interferências atmosféricas e do solo no monitoramento da vegetação (Justice et al., 1998). Em

áreas de maior densidade de biomassa, alguns estudos sugerem que o EVI apresenta uma melhora representativa nos resultados quanto a sensibilidade às alterações do dossel em relação ao NDVI (HUETE et al., 2002).

Os diversos tipos de uso do solo e cobertura vegetal apresentam padrões de comportamento temporal distintos, principalmente com relação a análise dos índices de vegetação de culturas agrícolas, áreas de vegetação nativa e áreas não vegetadas (cidades e superfícies alagadas). As áreas com uso agrícola apresentam resultados com “picos” referentes ao crescimento e período da colheita, interpretado também a partir do seguimento da padronização no comportamento do “traço” (VICTORIA et al., 2009). Essa análise ainda pode indicar a presença de um ou mais ciclos ao longo do ano, diferenciar culturas de longa duração como cana-de-açúcar e outros tipos de culturas com ciclos semestrais e quadrimestrais. Já as áreas não vegetadas apresentam NDVI baixo ao longo do ano, representados por valores mais negativos e distantes de 1 (VICTORIA et al., 2009). A área de vegetação nativa apresenta pouca variação na análise do EVI e NDVI, ou seja, o comportamento do “traço” não segue uma padronização e se mantém locado em níveis elevados durante a análise da série temporal, segundo estudo de VICTORIA, et. al. que utilizaram a metodologia de Fourier para analisar harmonicamente séries temporais de imagens NDVI/MODIS para discriminar tipos de coberturas vegetais.

As séries temporais de EVI/NDVI por meio de imagens MODIS estão sendo constantemente usadas em pesquisas que envolvem monitoramento agrícola e identificação e discriminação de diferentes espécies vegetais (RISSO et al., 2009). Como exemplo de pesquisa similar pode-se citar o trabalho de Rizzi et. al. (2008) que utilizaram o *Crop Enhancement Index* (CEI) para analisar os valores mínimos e máximos do EVI, em prol da identificação e quantificação de áreas cultivadas dentro de um calendário agrícola.

Similar aos trabalhos citados acima, este estudo tem como objetivo analisar e comparar perfis temporais de NDVI e EVI das imagens MODIS em função do uso do solo entre os anos de 2000 a 2012 no município de Goiana- PE. O referido município foi escolhido pela representatividade em relação à cobertura vegetal presente na região e destruição de grande parte da cobertura florestal ocasionada pelas pressões da produção da monocultura de cana-de-açúcar.

ÁREA DE ESTUDO

Goiana está localizada na microrregião da Zona da Mata Norte de Pernambuco, limitando-se a norte com o estado da Paraíba, a sul com Itaquitinga, Igarassu, Itapissuma e Itamaracá, a leste com o Oceano Atlântico e a oeste com Condado e Itambé (figura 1). A área municipal ocupa 492,1 km² e representa 0,50% do Estado de Pernambuco. A sede do município tem uma altitude aproximada de 13,0 metros, distante 65,7 km da capital Recife, cujo acesso é feito pela rodovia pavimentada da BR101 (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2005).

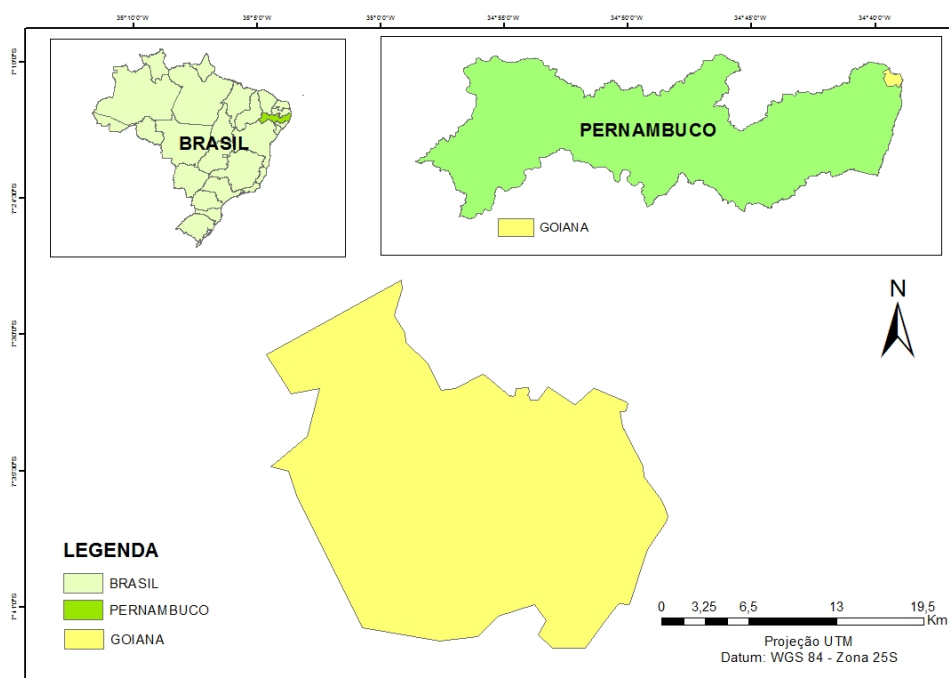


Figura 1: Município de Goiana - PE

METODOLOGIA

Os pontos que foram coletados para o estudo estão localizados no município de Goiana – PE, em áreas mais distantes da zona urbana da cidade. Foram selecionados 9 pontos para compor a análise dos perfis temporais de IVs, sendo 3 de áreas de cana-de-açúcar, 3 de outras culturas (culturas temporárias) e 3 de vegetação nativa, visando identificar uma padronização no comportamento de perfis temporais da vegetação para os três tipos de cobertura vegetal (Tabela 1 e Figura 2).

Os dados foram extraídos do sensor MODIS (EVI/NDVI) através do endereço eletrônico: http://daac.ornl.gov/cgi-bin/MODIS/GLBVIZ_1_Glb/modis_subset_order_gl.pl, onde estão disponíveis diversos produtos. Foram selecionados 9 pontos do produto MOD13Q1 no intervalo de tempo entre 2000 a 2012.

Os dados foram compilados e tratados, obtendo-se a média dos 3 pontos para cada tipo de vegetação do EVI e NDVI resultando em gráficos de linha para analisar o comportamento dos perfis temporais da cobertura vegetal dos 9 pontos. Para os pontos de vegetação nativa também foram gerados gráficos de dispersão visando comparar os valores de EVI e NDVI para áreas de mata.

Tabela 1 - Tipos de uso do solo a serem analisados

Cana de Açúcar (CA)	Vegetação Nativa (VN)	Outras Culturas (OC)
Ponto CA1	Ponto VN1	Ponto OC1
Lat: -7.56884	Lat: -7.54433	Lat: -7.64326
Long: -34.9806	Long: -34.9727	Long: -34.9517

Ponto CA2 Lat: -7.55114 Long: -34.9963	Ponto VN2 Lat: -7.59998 Long: -34.9928	Ponto OC2 Lat: -7.56355 Long: -35.0281
Ponto CA3 Lat: -7.58253 Long: -35.0017	Ponto VN3 Lat.: -7.52506 Long: -34.9892	Ponto OC3 Lat: -7.58390 Long: -35.0304

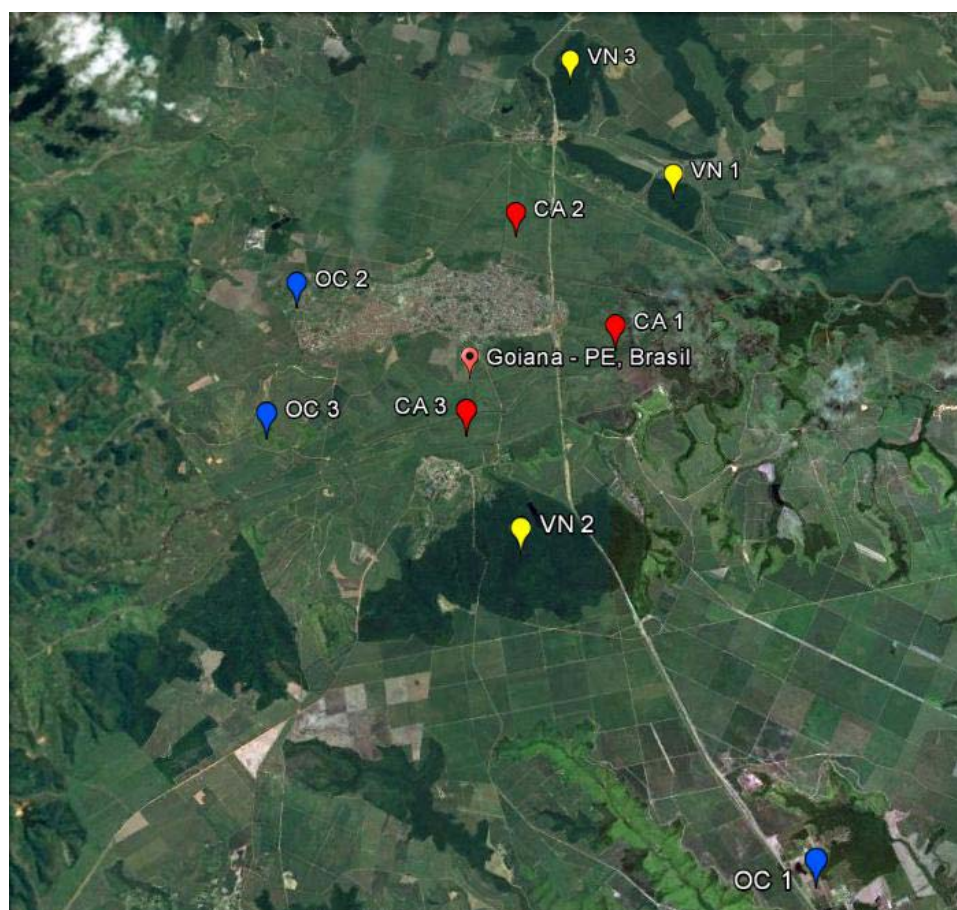


Figura 2: Localização dos pontos

Fonte: Google Earth

Para análise mais consistente dos resultados também foram obtidos dados de precipitação diária para a área de estudo no período de 2000 a 2012. Os dados foram obtidos no banco de dados do INMET (BDMEP) no endereço eletrônico: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>. Pelo fato de o município de Goiana não dispor de estação meteorológica em loco, utilizou-se a estação do INMET Recife (Curado), que abrange toda Zona da Mata Pernambucana.

MODIS (MOD13Q1) - Produto Índice de Vegetação

O produto MOD13Q1 utilizado neste artigo é baseado na composição de 16 dias e resolução espacial de 250m. O “Q” refere-se a “Quarter km” (quarta parte do quilômetro). Esse produto tem como base os dados gerados pela reflectância diária de superfície (série MOD09), nível 2, os quais são corrigidos dos efeitos de absorção de ozônio, aerossóis e espalhamento molecular (RISSO et al., 2009). O algoritmo de geração dos índices de vegetação usa os dados de reflectância da superfície no nível 2 (reprojetados) e compõe os dados temporalmente para gerar os índices de vegetação, nível 3, os quais são composições de 16 dias das reflectâncias bidirecionais diárias em 250m, 500m e 1km (HUETE et al., 2002). É importante lembrar que as composições de 16 dias não coincidem com o começo do calendário mensal.

Os arquivos extraídos do produto MOD13Q1 tem um padrão de saída gerado pelo algoritmo dos índices de vegetação, que envolve um conjunto de dados científicos, com um representativo número de variáveis que inclui: valores de NDVI e EVI para o período de 16 dias; a qualidade dos índices (QA) EVI e NDVI; valores de reflectância referentes à banda do vermelho (banda 1), infravermelho próximo (banda 2), infravermelho médio (banda 6) e azul (banda 3), entre outros (SAMPAIO et al., 2007). Para compor este artigo as variáveis selecionadas desse conjunto de dados foram os valores de EVI e NDVI.

ÍNDICES DE VEGETAÇÃO NDVI/EVI

Os dados compostos tanto de EVI como NDVI no período de 2000 a 2012 dos três tipos de cobertura vegetal adotados nesse trabalho foram comparados e analisados através da diferenciação do comportamento das curvas apresentadas nos gráficos. Os valores para os três tipos de cultura apresentaram variação entre 0 e 1, porém apresentando comportamentos diferentes no que diz respeito ao padrão do perfil de cada tipo de cobertura.

Os valores do NDVI e EVI oscilam entre -1 e +1, valores negativos ou inferiores a zero correspondem a presença de corpos hídricos, já os valores positivos e maior que zero indicam a presença de vegetação verde na superfície, sendo possível analisar a sua distribuição espacial e a sua evolução no decorrer do tempo. É importante lembrar que a vegetação rala apresenta valores positivos, porém pouco elevados, e a vegetação densa, úmida e bem desenvolvida apresenta os maiores valores de NDVI e EVI.

O Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (*Normalized Difference Vegetation Index* – NDVI) (ROUSE et al. (1973), é obtido através da razão entre a diferença das refletividades do infra-vermelho próximo (ρ_{IV}) e do vermelho (ρ_V) pela soma das mesmas (Equação 1):

$$NDVI = \frac{\rho_{IV} - \rho_V}{\rho_{IV} + \rho_V} \quad (1)$$

onde ρ_{IV} e ρ_V correspondem, respectivamente, as bandas 4 e 3 do Landsat 5/TM.

O EVI foi criado para atenuar os efeitos do solo e da atmosfera sobre o monitoramento da vegetação, formulado a partir da combinação de outros dois IVs: o SAVI (*Soil-Adjusted Vegetation Index*; Huete, 1998) e o ARVI (*Atmosphere Resistant Vegetation Index*; Kaufman; Tanré, 1992).

$$EVI = G \times \frac{\rho_{IV} - \rho_V}{\rho_{IV} + C_1 \times V - C_2 \times A + L} \quad (2)$$

sendo, ρ_{IV} = reflectância no infravermelho próximo; ρ_V = reflectância no vermelho; A = reflectância no azul; C_1 = coeficiente de correção dos efeitos atmosféricos para a banda do vermelho (6); C_2 = coeficiente de correção dos efeitos atmosféricos para a banda do azul (7,5); L = fator de correção para a interferência do solo (1); e G = fator de ganho (2,5). Os coeficientes C_1 e C_2 podem ser alterados de acordo com condições regionais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os pontos coletados pelo sensor MODIS, para analisar o padrão médio dos três tipos de uso do solo selecionados, observou-se uma diferença de padrão entre a Vegetação Natural com os outros tipos. Na análise também foi constatado a similaridade no padrão de curvas entre a cana-de-açúcar e outras culturas, devido ao controle antrópico mais regular, com períodos predeterminados de crescimento e corte.

Nota-se também que, ao comparar os valores de índice de vegetação obtidos, o NDVI possui valores mais homogêneos, enquanto o EVI realça mais os picos, além de que este possui valores numa escala mais baixa (entre 0,2 e 0,8) em relação ao NDVI (entre 0,4 e 1). Isto se deve à interferência atmosférica no cálculo do NDVI, que ao incorporar as nuvens no cálculo, resulta em valores médios mais altos se comparada ao EVI (Figuras 3 e 4).

Na Figura 5 da precipitação, observa-se um regime de chuva bem distribuído ao longo dos 12 anos (2000 a 2012), cuja máxima gira em torno de 1200 mm e mínima de 100 mm. Os maiores intervalos de chuva, acima de 1000 mm, estão no ponto 32 e 66, e a média na região fica entre 900 e 700 mm de chuva.

Analisando o comportamento dos usos do solo obtidos com o NDVI (Figura 3) com a precipitação da região (Figura 5), observam-se valores coerentes com o regime de chuva durante o período analisado, pois os intervalos maiores e menores de precipitação também correspondem aos intervalos maiores e menores de NDVI nos usos do solo da cana-de-açúcar e de outras culturas. Entretanto, a vegetação natural apresentou pouca variação nos valores de NDVI em relação ao regime de chuvas da região, exceto nos intervalos 51, 57, 63, 66, 69 e 73 que tiveram pequeno decréscimo do NDVI com a diminuição das chuvas nesses intervalos.

Assim como no NDVI, de uma forma geral, o comportamento dos usos do solo no EVI também apresentou coerência com o regime de chuva durante o período analisado, no entanto, alguns intervalos (16, 66) da vegetação nativa apresentaram EVI maior em um regime de chuva menor (Figura 4 e 5).

Dessa forma, entende-se que a análise da precipitação também é importante para compreender o comportamento dos perfis temporais dos usos do solo adotados, principalmente os ciclos das culturas controladas (cana-de-açúcar e outras culturas), sobretudo da cana-de-açúcar, que possui um ciclo fenológico composto pelas fases de brotação, perfilhamento, crescimento e maturação que pode ser afetado pelo regime de chuvas ao longo do seu desenvolvimento.

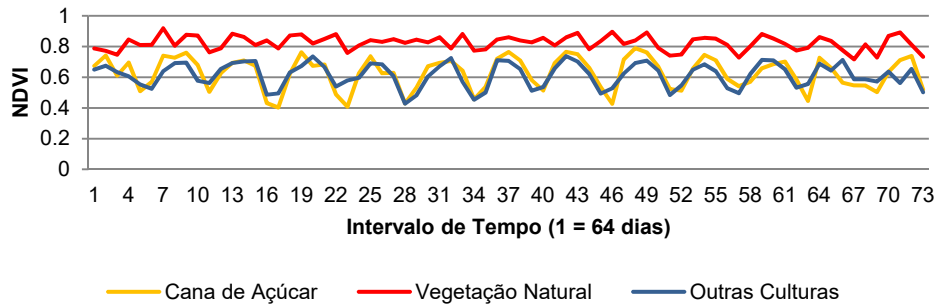


Figura 3: NDVI dos usos de solo analisados

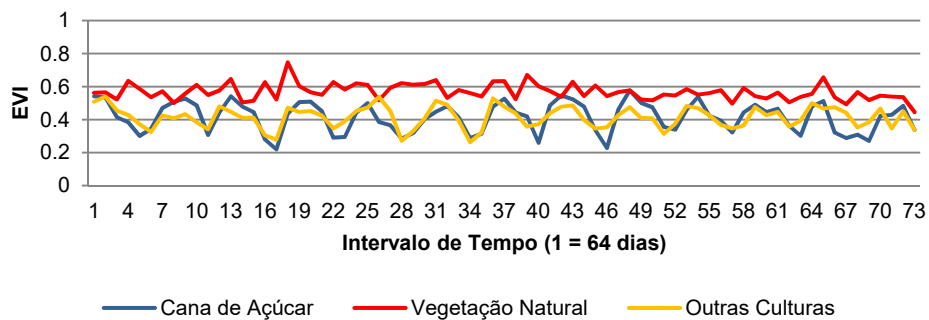


Figura 4: EVI dos usos de solo analisados

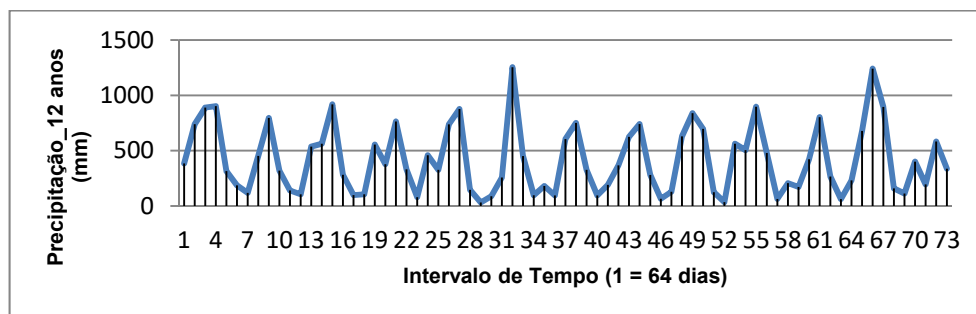


Figura 5. Precipitação da Zona da Mata Pernambucana no período de 2000 a 2012

Ao analisar individualmente os tipos de cultura selecionados nos pontos onde foi identificada visualmente a cultura de cana de açúcar, os gráficos

mostraram um comportamento semelhante entre as amostras, com exceção do intervalo de tempo 5-13 e 63-71 (Figuras 6 e 7). Em ambos os casos, alterações meteorológicas e período de plantação podem ter influenciado na alteração do comportamento espectral. Um indício que possa justificar a mudança dos valores no intervalo 63-71 pode ser o regime de chuvas em 2011 na região, que ocasionou alagamentos nas plantações.

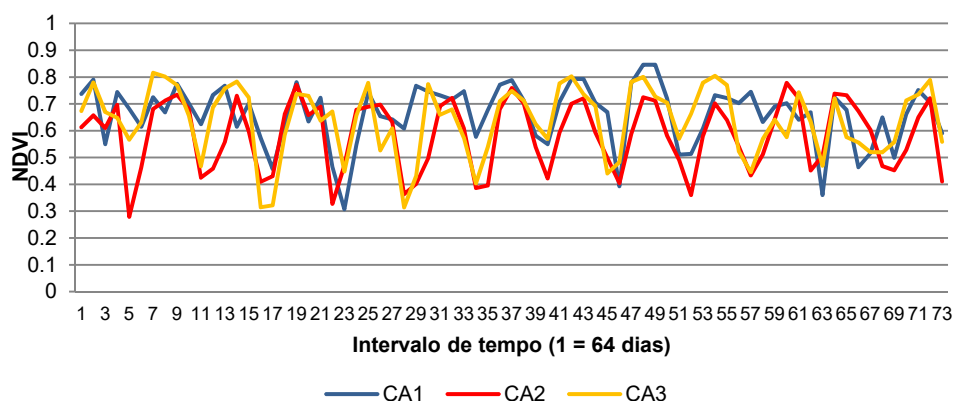


Figura 6: NDVI da Cana de Açúcar

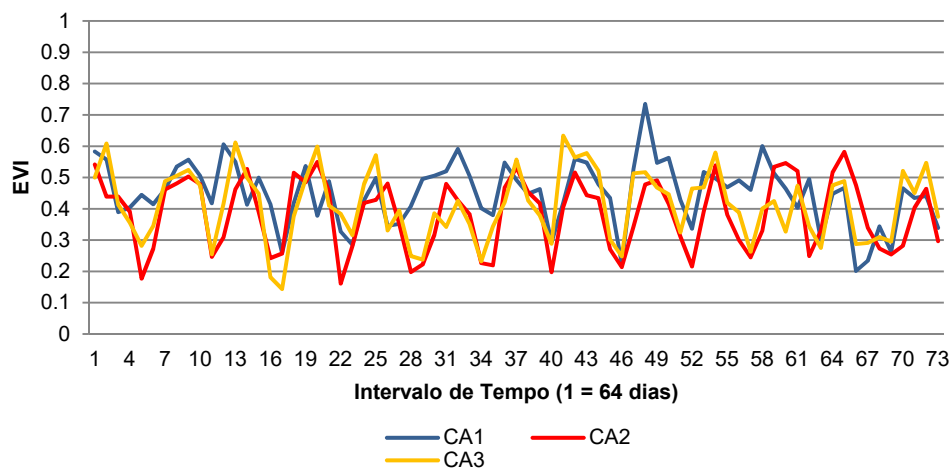


Figura 7: EVI da Cana de Açúcar

No que diz respeito à vegetação natural, os gráficos mostram um padrão aleatório, ou não definido, das curvas do índice de vegetação, por não haver um controle antrópico de sua densidade e quantidade. A localização geográfica de cada ponto, bem como peculiaridades no tipo de solo, relevo e índices pluviométricos pode ocasionar a variação no padrão das curvas. Além disso, não foi possível identificar visualmente se há variação ou não de espécies, fator que também pode justificar o padrão do índice de vegetação (Figuras 8 e 9).

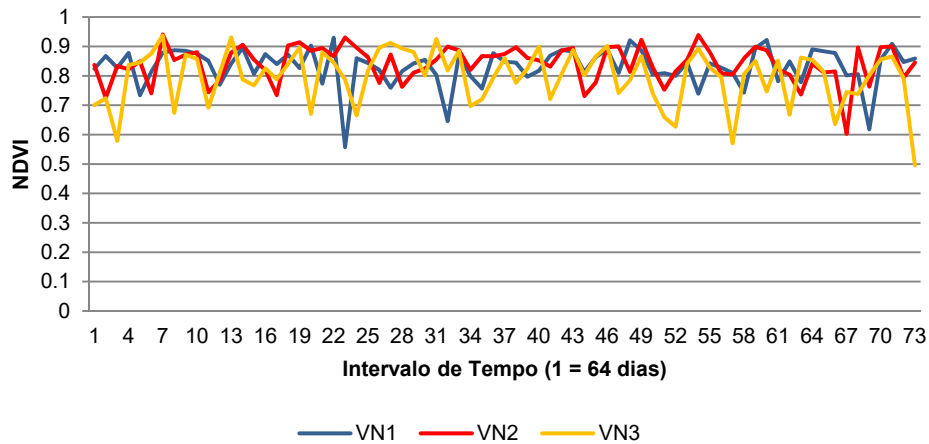


Figura 8: NDVI da vegetação natural

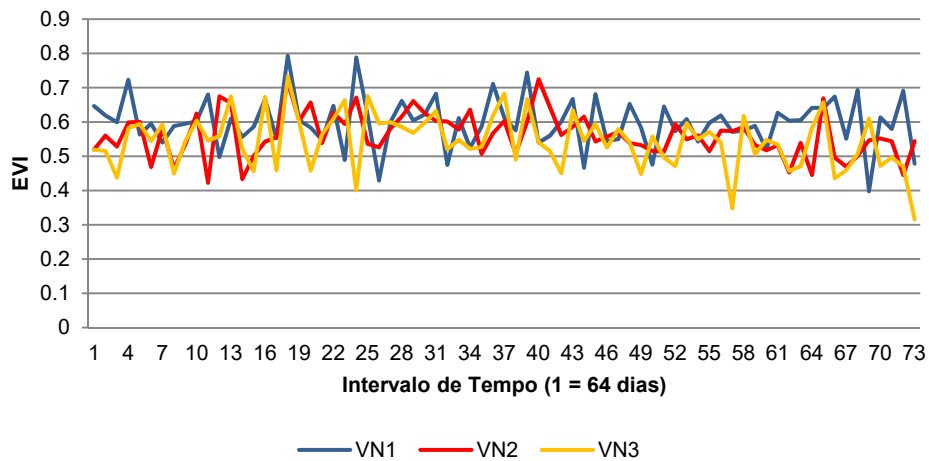


Figura 9: EVI da vegetação natural

Assim como a cana-de-açúcar, as outras culturas apresentaram um padrão similar nas curvas temporais de índice de vegetação. Apesar de visualmente indicar que cada ponto se trata de um tipo de cultura, os gráficos mostraram certa similaridade. O principal indício de que se trata de cultura antropizada é o padrão constante das curvas, com pontos de crescimento e corte. As diferenças e desvios do padrão encontrado são explicados por se tratarem de culturas distintas (Figuras 10 e 11).

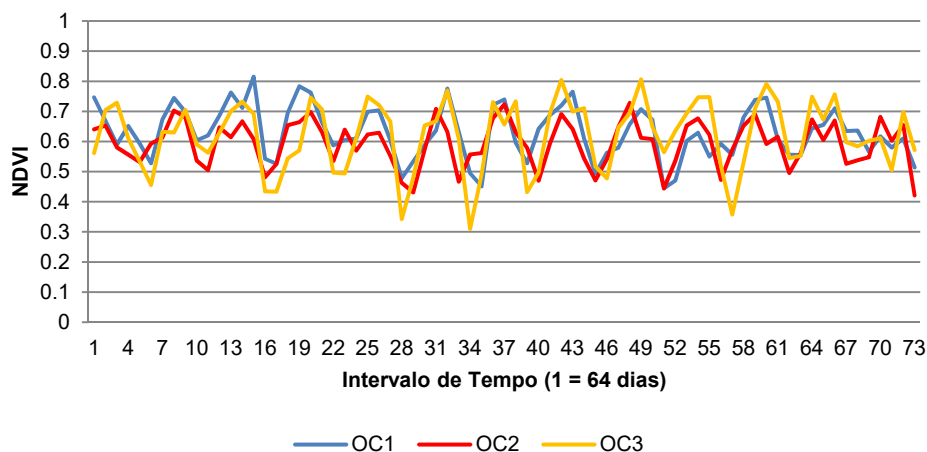


Figura 10: NDVI de Outras Culturas

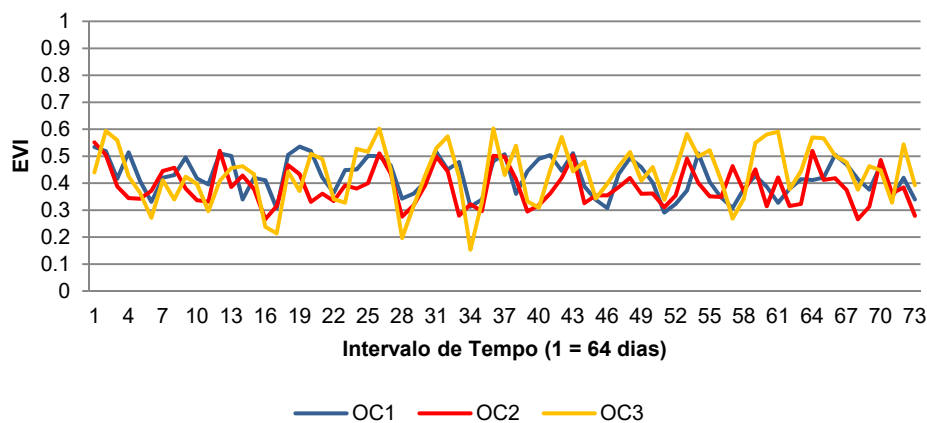


Figura 11: EVI de Outras Culturas

Ao analisar as curvas de dispersão, é possível também encontrar particularidades no comportamento dos índices de vegetação em cada tipo de cultura estudada. Na cana-de-açúcar, tanto no NDVI, como no EVI a variação dos valores se mostra constante, porém com maior amplitude, variando entre 0,40 e 0,79 no NDVI e 0,21 e 0,57 para o EVI. Há uma concentração maior de valores mais altos no NDVI do que no EVI, devido ao fato da correção atmosférica operada por este último índice (Figura 12).

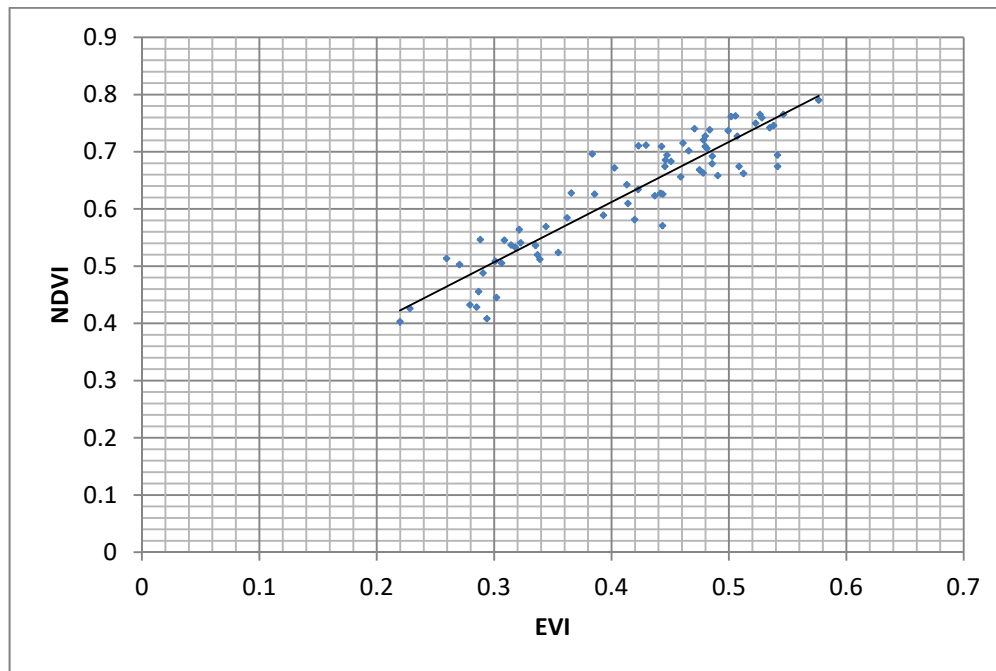


Figura 12: gráfico de dispersão do NDVI e EVI da cana-de-açúcar

No caso da vegetação natural, os valores obtidos de NDVI mostra-se mais concentrado do que os valores de EVI que se apresentam mais dispersos. Estes valores, em ambos os índices, encontra-se num intervalo de valores mais altos que as culturas antropizadas, provavelmente devido ao vigor da vegetação e a densidade da mesma (Figura 13).

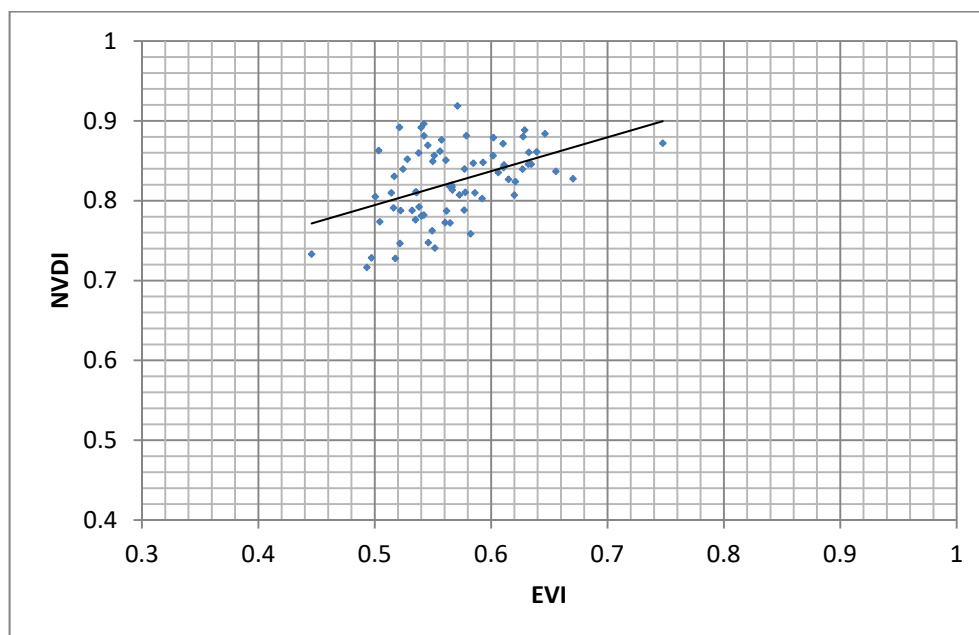


Figura 13: gráfico de dispersão do NDVI e EVI da vegetação natural

A curva de dispersão das outras culturas tem comportamento similar ao da cana-de-açúcar, por terem em comum a característica de serem vegetações controladas. No entanto, os valores maiores em NDVI são mais concentrados no intervalo entre 0,6 e 0,7, enquanto os valores maiores em EVI estão mais dispersos e com maior amplitude, entre 0,27 e 0,53 (Figura 14).

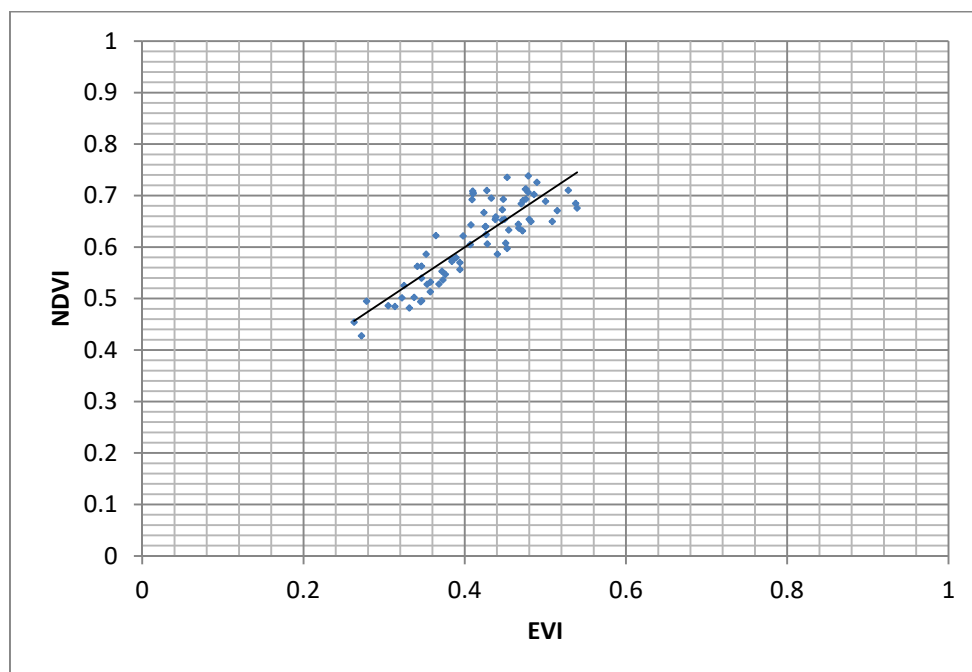


Figura 14: gráfico de dispersão do NDVI e EVI de outras culturas

Foram analisados quantitativamente, por meio de tabelas, os valores de comprimento e amplitude dos índices de vegetação de cana-de-açúcar e outras culturas, por serem vegetações controladas antropicamente, como já relatadas neste estudo. Contém semelhanças e diferenças no padrão das curvas e nos valores de índice de vegetação, que podem ajudar a determinar padrões e, assim, diferenciar os tipos de usos do solo.

A principal semelhança encontrada foi no padrão do comprimento médio (início do crescimento e ponto de corte), cujos valores absolutos tiveram começo e fim semelhantes (intervalos aproximados de 35-40, 40-45, 45-50), o valor médio de 5.6 intervalos em todos os casos. Esse fato pode ajudar a identificar tipos de vegetação que são utilizados na agricultura, uma vez que há o controle do crescimento e colheita. Observou-se também que o comprimento possui influência maior do tipo de cultura e variações climáticas do que das respostas espectrais de índices diferentes.

A amplitude do índice de vegetação, porém, apresentou resultados diferentes, o que pode contribuir juntamente com outros dados, a concluir que as tabelas tratam de culturas distintas, pois cada tipo de vegetação possui uma resposta

espectral diferente, gerando assim amplitudes diferentes. Contudo, ao analisar um tipo de solo específico, observou-se a existência de um padrão de amplitude entre os pontos, o que dá subsídios para concluir que esses pontos correspondem ao mesmo tipo de uso do solo (Tabelas 2 e 3).

Tabela 2 - Comparativo entre valores de comprimento e amplitude das curvas de índice de vegetação de outras vegetações

Padrão do NDVI – Outras culturas				
OC1	Curva 1	Curva 2	Curva 3	Média
Comprimento	35 a 39	39 a 45	45 a 51	-
Varição de Comprimento	4	6	6	5,33
Amplitude	0,49 a 0,72	0,7 a 0,76	0,44 a 0,7	-
Varição de Amplitude	0,23	0,29	0,26	0,26
OC2	Curva 1	Curva 2	Curva 3	Média
Comprimento	33 a 40	40 a 45	45 a 51	-
Varição de Comprimento	7	5	6	6
Amplitude	0,46 a 0,72	0,46 a 0,69	0,44 a 0,72	-
Varição de Amplitude	0,26	0,23	0,28	0,256
OC3	Curva 1	Curva 2	Curva 3	Média
Comprimento	34 a 39	39 a 46	46 a 51	-
Varição de Comprimento	5	7	5	5,6
Amplitude	0,31 a 0,73	0,43 a 0,80	0,47 a 0,80	-
Varição de Amplitude	0,42	0,37	0,33	0,373
Varição do Comprimento Médio				5,64
Varição da Amplitude Média				0,296

CONCLUSÕES

O presente trabalho analisou três tipos diferentes de vegetação por meio de dois índices, constatando igualdades e diferenças entre as amostras estudadas. A análise temporal permitiu identificar os tipos de uso do solo por meio de padrões visuais e quantitativos das curvas de índice de vegetação, bem como constatar as diferenças de resposta espectral dos tipos de uso do solo e dos índices utilizados. A vegetação natural, por ser mais influenciada pelo clima que pelo meio antrópico, obteve curvas irregulares, sem um padrão distinto. A cana de açúcar e outras culturas obtiveram valores padronizados, o que indica um controle de seu crescimento.

Em virtude do método de cálculo, o NVDI possui valores mais homogêneos, constantes e de valores mais altos, enquanto o EVI contrasta mais os picos de abundância e ausência de vegetação, além dos valores estarem num patamar mais baixo em relação ao NDVI.

O estudo mostrou-se importante na formulação de um método para avaliar e classificar tipos de uso de solo por meio de análise multitemporal do índice de vegetação, podendo ser aplicado a qualquer outro tipo de vegetação não utilizado nesse trabalho.

Tabela 3 - comparativo entre valores de comprimento e amplitude das curvas de índice de vegetação de cana de açúcar

SERIE 1	Padrão do NDVI – cana-de-açúcar			
	Curva 1	Curva 2	Curva 3	Média
Comprimento	34 a 40	40 a 46	46 a 51	-
Variação de Comprimento	6	6	5	5,6
Amplitude	0,54 a 0,78	0,39 a 0,79	0,39 a 0,84	-
Variação de Amplitude	0,34	0,4	0,45	0,396
SERIE 2	Curva 1	Curva 2	Curva 3	Média
Comprimento	35 a 40	40 a 46	46 a 52	-
Variação de Comprimento	5	6	6	5,6
Amplitude	0,39 a 0,75	0,40 a 0,72	0,35 a 0,72	-
Variação de Amplitude	0,36	0,32	0,37	0,35
SERIE 3	Curva 1	Curva 2	Curva 3	Média
Comprimento	34 a 40	40 a 45	45 a 51	-
Variação de Comprimento	6	5	6	5,6
Amplitude	0,40 a 0,74	0,44 a 0,80	0,44 a 0,80	-
Variação de Amplitude	0,34	0,36	0,36	0,353
Variação do Comprimento Médio				5,6
Variação da Amplitude Média				0,366

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, D. A. de., et al. **Monitoramento da colheita da cana-de-açúcar por meio de imagens MODIS**. Revista Brasileira de Cartografia, (ISSN 1808-0936), n. 60/04, dezembro 2008.
- HUETE, A. R. **A soil-adjusted vegetation index (SAVI)**. Remote Sensing of Environment, v. 25, n. 3, p. 295 - 309, Aug. 1988.
- HUETE, A. R. et al. **Overview of the radiometric and biophysical performance of the MODIS vegetation indices**. Remote Sensing of Environment, n. 83, p. 195-213, 2002.
- JUNGES, A. H.; et al. **Estudo indicativo do comportamento do NDVI e EVI em lavouras de cereais de inverno da região norte do Estado do Rio Grande do Sul, através de imagens MODIS**. Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, Abril 2007, INPE, p. 241-248, 2007.
- JUSTICE, C. O.; et al. **The Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS): land remote sensing for global change research**. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, v. 36, n. 4, p.1228-1247, 1998.
- KAUFMAN, Y. J.; TANRÉ, D. **Atmospherically resistant vegetation index (ARVI) for EOS-MODIS**. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing Symposium. Proceedings... v. 30, p. 261-270, 1992.
- MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Diagnóstico do município de Goiana**. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea – Pernambuco, 2005.

NEPOMUCENO, Maurílio Queirós. et. al. **Análise Multitemporal da Vegetação na Região de Irecê-BA com base em imagens MODIS**. XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR. Maio 2011. Disponível em: www2.uefs.br/semic/upload/2011/2011XV-015MAU145-220.pdf. Acessado: 10 dez. 2012.

RISSO, J. et al. **Potencialidade dos índices de vegetação EVI e NDVI dos produtos MODIS na separabilidade espectral de áreas de soja**. Anais XIV - Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Abril 2009, INPE, p. 379-386, 2009.

RIZZI, R.; RISSO, J.; et al. **Estimativa da área de soja no Mato Grosso por meio de imagens MODIS**, 2008.

ROUSE, J.W.; Haas, R.H.; Schell, J.A.; Deering, D.W. (1973). Monitoring vegetation systems in the great plains with ERTS. **Proceedings of III ERTS Symposium**, NASA SP-351, NASA, Washington, DC, vol. 1, p. 309-317.

SAMPAIO, Cárta da Silva. et al. **Eliminação de ruídos em série multitemporal de produtos EVI/NDVI – MODIS pelo emprego da transformação Minimization Noise Fraction**. Anais XIII - Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Abril 2007, INPE, p. 6119-6125, 2007.

VICTORIA, D. C. et al. **Análise harmônica de séries temporais de imagens NDVI/MODIS para discriminação de coberturas vegetais**. Anais XIV - Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Abril 2009, INPE, p. 1589-1596, 2009.

Contato com o autor: Jussara Freire de Souza <jussarafsouza82@hotmail.com>

Recebido em: 04/06/2016

Aprovado em: 20/12/2016