

ANÁLISE DA EVOLUÇÃO TEMPORAL DO NDVI/MODIS EM ÁREA DE CANA-DE-AÇÚCAR NO MUNICÍPIO DE OURINHOS NOS ANOS DE 2014 E 2015

Anderson Oliveira de Araújo¹, Edson Luís Pirolí², Daniela Fernanda da Silva-Fuzzo³

^{1,2,3} Universidade Estadual Paulista, Campus Experimental de Ourinhos, SP, Brasil

Comissão IV - Sensoriamento Remoto, Fotogrametria e Interpretação de Imagens

RESUMO

O objetivo desse trabalho foi monitorar o ciclo fenológico da cultura da cana-de-açúcar no município de Ourinhos-SP nos anos de 2014 e 2015, por meio de imagens NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) do sensor MODIS. A utilização de dados orbitais é fundamental para caracterizar de forma mais detalhada esta cultura. Através do NDVI podem ser obtidas informações a respeito da quantidade de biomassa verde, assim como acompanhar e monitorar o crescimento e desenvolvimento da vegetação. O processamento digital das imagens foi realizado no software QGIS 2.18.10. Nos dois anos pesquisados, o plantio da cana-de-açúcar foi realizado no mês de novembro. Nos meses de março e abril, a maior área de cana-de-açúcar estava no estágio do crescimento intenso e nos meses de outubro e novembro houve um domínio da área da cana nos estágios de brotação e emergência, estabelecimento e perfilhamento e maturação. Através do cultivo da cana-de-açúcar, se obtêm importantes informações para estudar no futuro tanto o município como a região.

Palavras-chave: Cana-de-açúcar, NDVI, Sensoriamento Remoto.

ABSTRACT

The objective of this work was to monitor the phenological cycle of the sugarcane crop in the municipality of Ourinhos-SP in the years 2014 and 2015, through the MODIS sensor Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) images. The use of orbital data is fundamental to characterize this culture in more detail. Through the NDVI information can be obtained regarding the amount of green biomass as well as monitoring and monitoring the growth and development of the vegetation. The digital image processing was performed in the QGIS 2.18.10 software. In the two years surveyed, sugarcane was planted in the month of November. In March and April, the largest area of sugarcane was in the stage of intense growth and in the months of October and November there was a dominance of the sugarcane area in the sprouting and emergence stages, establishment and tillering and maturation. Through the cultivation of sugarcane, important information is obtained to study in the future both the municipality and the region.

Keywords: Sugarcane, NDVI, Remote Sensing.

1- INTRODUÇÃO

Em Geografia, os estudos voltados a agricultura têm ganhado destaque nos últimos anos, principalmente devido a combinação de dados de campo, com dados orbitais, advindo das imagens de satélite. A produtividade depende da interação dos fatores genéticos da planta, do clima e solo do local considerado, sob o manejo antrópico, sobretudo aliado a globalização, que cada vez mais remete a necessidade de se obterem maiores produtividades, a custos menores. Sendo assim, torna-se primordial a utilização de dados orbitais para caracterização mais detalhada possível do ambiente em que a cultura se insere, buscando técnicas de menor custo e maior praticidade.

Segundo Rudorff et al. (2005), órgãos oficiais têm interesse em incorporar as novas tecnologias do sensoriamento remoto e do geoprocessamento em seus procedimentos para gerar previsão e estimativa de safra; contudo, ainda não dispõem de métodos operacionais que utilizem as imagens de sensoriamento remoto, a fim de estimar a área plantada em grandes regiões.

Abdala & Ribeiro (2009) afirmam que o Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, em seguida vem a Índia, Tailândia e Austrália. Nas últimas safras brasileiras, 52% da produção nacional em média se destinaram à produção de etanol (anidro e hidratado) e 48% à de açúcar. No Brasil, a cultura

canaveira ocupa cerca de 7 milhões de hectares (aproximadamente 2% de toda a terra arável do país), espalhando-se pelo Centro-Sul e pelo Norte-Nordeste.

Ourinhos está localizado na Bacia do Médio Paranapanema, um dos principais polos produtores de cana-de-açúcar no estado de São Paulo.

Segundo Machado (1987), o ciclo da cultura da cana pode ser dividido em três fases distintas: fase inicial (crescimento lento), fase de crescimento rápido (onde 80% de toda a matéria seca é acumulada) e fase final (o crescimento novamente é lento). Porém Câmara (1993), estabeleceu que o ciclo fenológico da cana-de-açúcar é dividido em quatro fases: brotação e emergência, estabelecimento e perfilhamento, crescimento intenso (vegetativo) e maturação. Na figura a seguir (Fig. 1), vemos este ciclo.

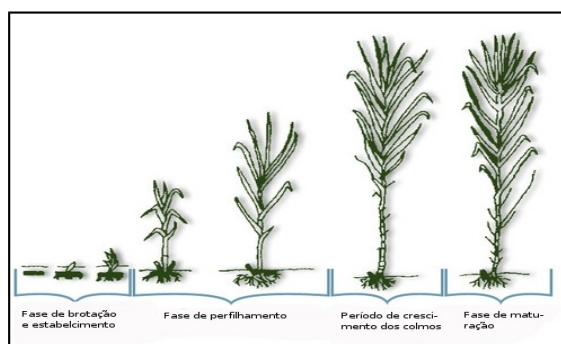


Fig. 1- Ciclo fenológico da cana-de-açúcar
Fonte: Gasche & Shih (1983)

O monitoramento da produção agrícola é de suma importância para garantir o abastecimento de alimentos e biocombustíveis para a população, que está em constante crescimento e que é afetada por condições climáticas cada vez mais incertas (Duveiller & Defourny, 2010; Vieira et al., 2012).

Uma das técnicas mais precisas de monitoramento é o sensoriamento remoto, que foi definido pela *American Society of Photogrammetry and Remote Sensing* (ASPRS) como: “a medição ou aquisição de informação de um objeto ou fenômeno, por um dispositivo de registro que não esteja em contato físico ou íntimo com o objeto ou fenômeno em estudo” (COLWELL, 1983). Esse tipo de análise é de extrema importância para a cultura canaveira, pois através dessas aplicações torna-se possível acompanhar as safras durante o ano, possibilitando uma avaliação do vigor da cultura e uma identificação e avaliação do seu tipo, de sua fase de crescimento e dos seus danos.

Vários trabalhos têm mostrado a importância de trabalhar com índices de vegetação NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*), como os trabalhos de Mesquita Júnior et al. (2011), Moraes & Rocha (2013) e Picoli et al. (2009) pois permitem descrever bem a trajetória espectro-temporal de

culturas agrícolas, traduzindo as condições da vegetação ao longo de seu ciclo (D’Arco et al., 2005).

Sobre essa premissa, os objetivos deste trabalho foram mapear e monitorar o ciclo fenológico da cana-de-açúcar, para os anos de 2014 e 2015, no município de Ourinhos-SP.

2- MATERIAL E MÉTODOS

2.1- ÁREA DE ESTUDO

O município de Ourinhos está localizado no interior do estado de São Paulo (Fig. 2). O clima da região é tropical chuvoso, com inverno seco, caracterizado por Köppen como Am (CEPAGRI, 2017). Pertencente a Bacia Sedimentar do Paraná, possui uma altitude média de 492 metros, representada por colinas amplas e baixas, com solos dos tipos Latossolo Vermelho (LV-1 e LV-45) e Nitossolo Vermelho (NV-1), e se localiza na Formação Serra Geral (JKsg) do Grupo São Bento (IPT, 1981).

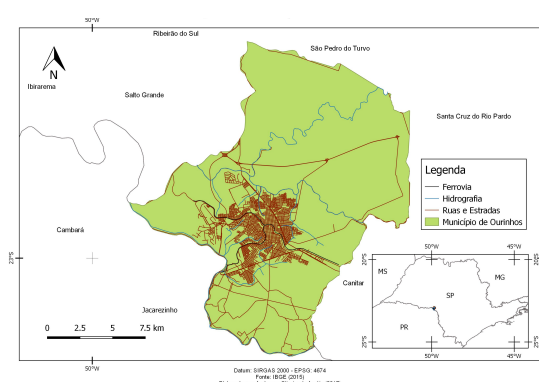


Fig. 2- Localização da área de estudo
Elaborado por: Anderson Oliveira de Araújo (2017)

2.2- NDVI

O índice de vegetação – NDVI é considerado um bom estimador de biomassa, sendo o índice mais utilizado em pesquisas relacionadas à dinâmica da cobertura vegetal, tais como acompanhamento e avaliação de rendimento de culturas e agricultura de precisão (Pontes, 2005). O NDVI, proposto por Rouse et al. (1973), é dado pela equação 1:

$$NDVI = (p_{IVP} - p_V) / (p_{IVP} + p_V) \quad (1)$$

Onde: p_{IVP} é a reflectância no infravermelho próximo
 p_V é a reflectância no vermelho.

As imagens NDVI foram obtidas a partir de dados do sensor MODIS, do produto MOD13Q1 no formato GeoTIFF, a bordo do satélite TERRA. Estão disponíveis gratuitamente no site Banco de Produtos MODIS da Embrapa <<https://www.modis.cnptia.embrapa.br/geonetwork/srv/pt/main.home>>. As imagens são composições de 16

dias com resolução espacial de 250 metros. Como citado na equação 1, as bandas utilizadas foram o vermelho (0,62 - 0,67 nm) e o infravermelho próximo (0,841 - 0,876 nm).

Embora numericamente os valores do NDVI possam variar entre -1 e 1, a vegetação está associada aos valores positivos. Segundo Rizzi (2004), materiais que refletem mais intensamente na porção do vermelho em comparação com o infravermelho próximo (nuvens, água e neve) apresentam NDVI negativo. Solos descobertos e rochas refletem o vermelho e o infravermelho próximo quase na mesma intensidade, por conseguinte, seu NDVI aproxima-se do zero.

2.3- OBTENÇÃO DE DADOS E CONSTRUÇÃO DOS MAPAS NO SOFTWARE

O período analisado foram os meses de janeiro de 2014 a dezembro de 2015. As imagens escolhidas tiveram o início do monitoramento na primeira quinzena de cada mês, com exceção de outubro que iniciou no dia 30 de setembro. Para a realização da delimitação da área com canavicultura, foi utilizado o mapa vetorial do ano de 2012, fornecido pela CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento), para delimitar apenas a área com a cana-de-açúcar. O processamento digital das imagens foi realizado em ambiente SIG (Sistema de Informação Geográfica) por meio do software QGIS 2.18.10 "Las Palmas de G. C." Foram gerados os recortes das áreas de interesse e as máscaras de cultivo da cana indicando cada pixel com a cultura. O Datum foi alterado para o SIRGAS 2000, que é a referência nacional.

3- RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com o que pode ser visto nas figuras 3 e 4, o verde-escuro representa o crescimento intenso (vegetativo), o verde-claro está ligado à fase de maturação, o amarelo representa a fase de estabelecimento e perfilhamento, o vermelho-claro mostra a fase de brotação e emergência e o vermelho-escuro mostra que a cana foi colhida, associando-se então com a exposição do solo. Enquanto o verde está associado a uma maior concentração de biomassa, o vermelho representa uma concentração menor.

Nos dois anos analisados, os meses de março e abril (Fig. 3 e 4) apresentaram uma maior área da canavicultura no estágio de crescimento intenso (representada pela cor verde-escuro) possuindo então, um maior número de NDVI. Os meses de setembro e novembro (Fig. 3 e 4) apresentaram números menores de NDVI em decorrência da colheita realizada e da fase de brotação e emergência.

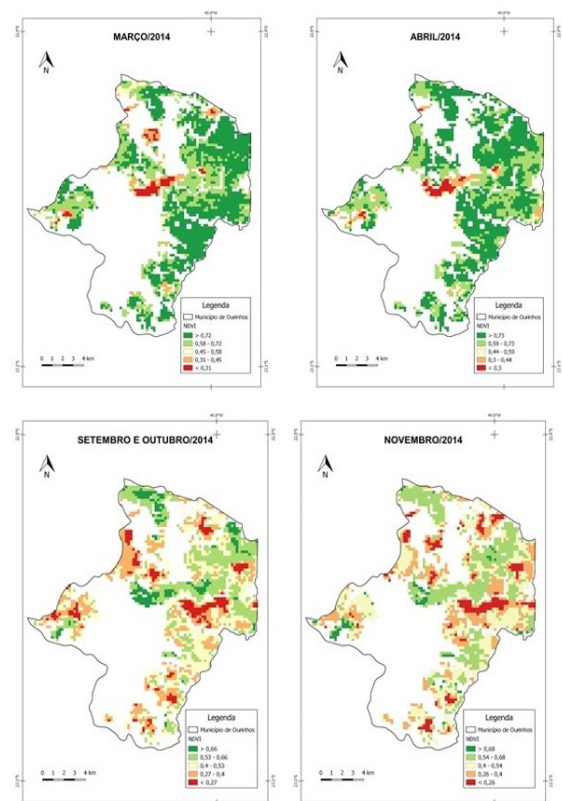


Fig. 3- Valores de NDVI da cana-de-açúcar nos meses de março, abril, outubro e novembro de 2014.

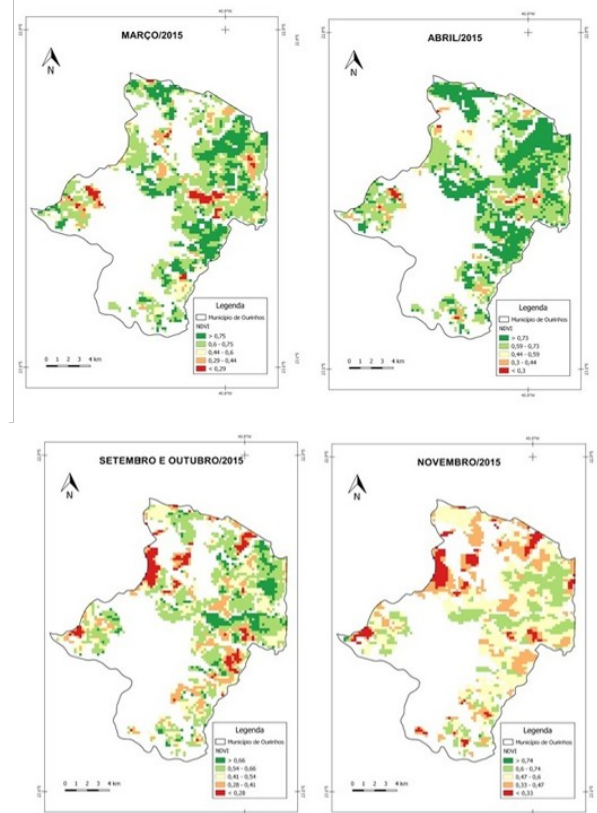


Fig. 4- Valores de NDVI da cana-de-açúcar nos meses de março, abril, outubro e novembro de 2015.

4- CONCLUSÃO

A partir do resultado das análises realizadas no presente trabalho, verificou-se que as imagens de sensoriamento remoto, obtidas pelo sensor MODIS em quatro diferentes e específicas épocas, ao longo de um período de dois anos, permitiram realizar com boa confiabilidade o mapeamento das áreas ocupadas com a cultura da cana-de-açúcar e o acompanhamento do ciclo fenológico da cultura. Os meses de março e abril alcançaram crescimento intenso na maior parte da canavieira enquanto nos meses de outubro e novembro, uma grande parte da área estava nos estágios de brotação e emergência, estabelecimento e perfilhamento e maturação. O trabalho evidencia a possibilidade de utilização de imagens orbitais e de informações mais precisas para auxiliar no planejamento e na tomada de decisões relacionadas ao ciclo fenológico da cultura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDALA, Klaus de Oliveira, RIBEIRO, Francis Lee. Análise dos Impactos da Competição pelo Uso do Solo no Estado de Goiás Durante o Período 2000 a 2009 Provenientes da Expansão do Complexo Sucroalcooleiro. Revista Brasileira de Economia (Impresso), v. 65, n. 2011, p. 373-400.
- Cepagri/UNICAMP. Clima dos Municípios Paulistas – Ourinhos. Disponível em: <http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima_muni_393.html> Acesso em: 30 jul. 2017
- DUVEILLER, G.; DEFOURNY, P. A conceptual framework to define the spatial resolution requirements for agricultural monitoring using remote sensing, Remote Sensing of Environment, v. 114, n. 11, 2010, p. 2637-2650.
- GASCHO, G. J.; SHIH, S. F. Sugarcane. In: TEARE, I. D.; PEET, M. M. (Ed.). Crop-water relations. New York: Wiley-Interscience, 1983, p. 445-479.
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO S/A – IPT. Mapa Geológico do Estado de São Paulo. São Paulo. IPT, 1981. Escala 1: 1.000.000
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO S/A – IPT. Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo. São Paulo. IPT, 1981. Escala: 1: 1.000.000
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO S/A – IPT. Mapa Pedológico do Estado de São Paulo. São Paulo. IPT, 1981. Escala 1: 1.000.000
- JENSEN, John R. Sensoriamento Remoto do Ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres. São José dos Campos: Parêntese, 2009, p. 3.
- MESQUITA JÚNIOR, C. H.; VOLPATO, M. M. L.; ALVES, H. M. R.; VIEIRA, T. G. C.; MEIRELES, E. J. L. Comportamento do índice Espectral NDVI em Áreas Cafeeiras de Três Pontas, MG, nos anos de 2008-2009, In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 7., 2011, Araxá-MG. Anais... Brasília, DF: Embrapa Café, 2011, 4 p.
- MONTEIRO, J. E. B. A. (org.). Agrometeorologia dos Cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola. Brasília: INMET, 2009, p. 114-117.
- MORAES, Rafael Aldighieri; ROCHA, J. V. Identificação das fases de cultivo da cana-de-açúcar a partir do perfil temporal de NDVI do sensor Modis para o estado de São Paulo. In: XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR, 2013, Foz do Iguaçu-PR. Anais... Foz do Iguaçu, 2013, p. 601-607.
- PICOLI, Michelle Cristina Araujo, RUDORFF, B. F. T.; RIZZI, R.; GIAROLLA, A. Índice de vegetação do sensor MODIS na estimativa da produtividade agrícola da cana-de-açúcar. Bragantia (São Paulo, SP. Impresso), v. 68, n. 2009, p. 789-795.
- RUDORFF, B. T. F.; BERKA, L. M. S.; MOREIRA, A. M.; DUARTE, V.; XAVIER, A. L. C.; ROSA, V. G. C.; SHIMABUKURO, Y. E. Agric. São Paulo, São Paulo, v. 52, n. 1, p. 21-39, jan./jun. 2005
- SILVA-FUZZO, Daniela Fernanda da. Estimativa de evapotranspiração e produtividade da soja utilizando o método do triângulo simplificado. Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola, Campinas, SP, 2015, p. 22.
- VIEIRA, M. A.; FORMAGGIO, A. R.; RENNÓ, C. D.; ATZBERGER, C.; AGUIAR, D. A.; Mello, M. P. Object Based Image Analysis and Data Mining applied to a remotely sensed Landsat time-series to map sugarcane over large areas, Remote Sensing of Environment, v. 123, 2012, p. 553-562.