

**ESTIMATIVA DO NDVI E ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR DA CANA-DE-AÇÚCAR A PARTIR DE IMAGENS DO SATÉLITE SENTINEL-2 (OLI)****LENO GONZAGA DE SOUZA<sup>1</sup>, RYCHARDSON ROCHA DE ARAUJO<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Graduando em Engenharia Agrícola, Discente, Depto. De Engenharia Agrícola, Centro de Ciências Agrárias Aplicada, UFS, São Cristóvão – SE, Fone: (0XX79) 98873-2166, leno\_120@hotmail.com.

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, Prof. Doutor Rychardson Rocha de Araujo, Depto. De Engenharia Agrícola, Centro de Ciências Agrárias Aplicada, UFS, São Cristóvão – SE.

Apresentado no  
XLIX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2020  
23 a 25 de novembro de 2020 - Congresso On-line

**RESUMO:** O NDVI (Índice de Vegetação por Diferenças Normalizadas) é um indicador gráfico simples que pode ser usado para analisar medições de sensoriamento remoto, juntamente com IAF (Índice de Área Foliar) são variáveis muito importantes para monitorar o crescimento das culturas agrícolas. Este trabalho analisou NDVI derivado dos dados do Sentinel – 2 e o IAF em área de cana de açúcar plantada com a variedade RB 7515, lote 1817 da fazenda Tabocas localizado em Teotônio Vilela, Alagoas, Brasil, na safra 2019/2020. Foram obtidas imagens de 112, 165, 260 e 300 DAP (Dias Após Plantio). O NDVI variou de 0,23 a 0,78 durante o ciclo de produção, o IAF teve o comportamento esperando atingindo seu máximo no período de crescimento rápido com 5,49. É possível estimar e espacializar o NDVI, gerado a partir do satélite Sentinel-2, como também o índice de área foliar da cana de açúcar no ciclo cana soca, plantio duplo, obtendo-se uma correlação positiva com NDVI e IAF.

**PALAVRAS-CHAVE:** agricultura de precisão, sensoriamento remoto, produtividade.

**NDVI ESTIMATE AND SUGARCANE FOLIAR AREA INDEX FROM SENTINEL-2 (OLI)**

**ABSTRACT:** The NDVI (Vegetation Index for Normalized Differences) is a simple graphical indicator that can be used to analyze remote sensing measurements, together with IAF (Leaf Area Index) are very important variables to monitor the growth of agricultural crops. This work analyzed NDVI derived from Sentinel - 2 data and the IAF in a sugarcane area planted with the RB 7515 variety, 1817 plot of the Tabocas farm located in Teotônio Vilela, Alagoas, Brazil, in the 2019/2020 harvest. Images of 112, 165, 260 and 300 DAP (Days After Planting) were obtained. NDVI ranged from 0.23 to 0.78 during the production cycle, the IAF behaved expectantly reaching its maximum in the period of rapid growth with 5.49. It is possible to estimate and spatialize the NDVI, generated from the Sentinel-2 satellite, as well as the leaf area index of sugar cane in the cane soca cycle, double planting, obtaining a positive correlation with NDVI and IAF.

**KEYWORDS:** precision agriculture, remote sensing, productivity.

**INTRODUÇÃO:** A cana-de-açúcar é uma cultura de extrema importância econômica para o Brasil, pois o país é o maior produtor de açúcar e etanol do mundo e ocupa posição de liderança na tecnologia de sua produção no setor sucroenergético. As vantagens da utilização das técnicas de sensoriamento remoto e de agricultura de precisão para aumento de produtividade se traduzem pela maior rapidez e menores custos na obtenção de informações dos campos cultivados, permitindo identificar áreas ou regiões dentro do talhão que possuem baixa produtividade e com necessidade de algum tipo de correção.

O Índice de Vegetação por Diferença Normalizada – NDVI, determinado a partir da razão entre a diferença e a soma das refletâncias nas bandas do visível e do infravermelho próximo. Este índice tem apresentando associação direta com a quantidade de biomassa, índice de área foliar, cobertura do solo e interceptação da radiação (RUDORFF e BATISTA, 1990; WIEGAND et al., 1992), já utilizado por várias empresas sucroalcooleiras para a estimativa de safra.

O SENTINEL-2, lançado pela Comissão Europeia em 23 de junho de 2015, foi projetado especificamente para fornecer uma riqueza de dados e imagens. O satélite está equipado com um sensor multiespectral optoeletrônico para levantamento com uma resolução sentinel-2 de 10 a 60 m nas zonas espectrais visível, infravermelho próximo (VNIR) e infravermelho de onda curta (SWIR), incluindo 13 canais espectrais.

O presente trabalho teve como objetivo determinar a espacialização do NDVI para lavoura de cana de açúcar e analisar o Índice de área foliar e correlacionar com o NDVI.

**MATERIAL E MÉTODOS:** A área de estudo abrange as lavouras de cana-de-açúcar, localizadas na Usina Reunidas Seresta S/A, município de Teotônio Vilela, Alagoas. O talhão selecionado foi o lote 1817 da Fazenda Tabocas, com a variedade RB7515 no estágio de cana soca, em plantio de fileira dupla, sendo o plantio realizado em dezembro/2018 e a colheita feita em outubro/2019.

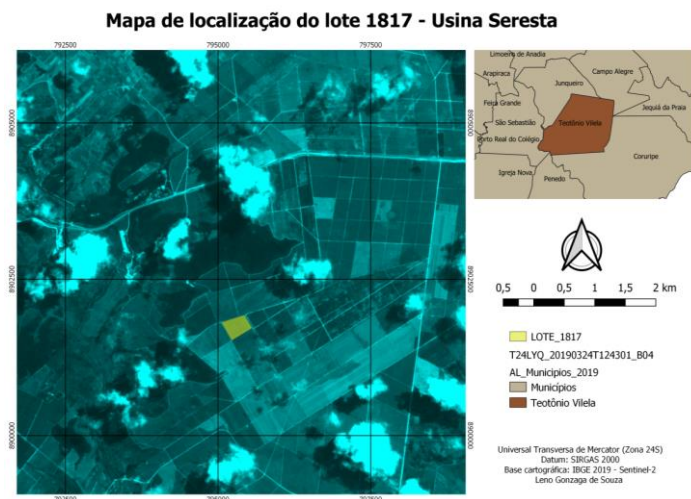


Figura 1: Localização do lote 1817, Usina Seresta S/A, Fazenda Tabocas, Teotônio Vilela, Alagoas, Brasil, 2019. Fonte:IBGE, Sentinel-2.

As imagens foram empilhadas e processadas no software QGIS 3.12 e realizado a extração dos valores de NDVI dos pixels no lote com a ferramenta Calculadora Raster.

O NDVI foi calculado segundo a relação (Equação 1):

$$NDVI = \frac{\rho_{NIR} - \rho_{Red}}{\rho_{NIR} + \rho_{Red}} \quad (1)$$

sendo  $\rho_{NIR}$  a reflectância de superfície da banda 08, e  $\rho_{Red}$  a reflectância de superfície da banda 04. De posse dos valores de NDVI do talhão, foi utilizado o método de cálculo do IAF sugerido por Choudhury et al. (1994), para tanto o Fator de cobertura foi calculado conforme equação 2, chegando ao IAF através da equação 3:

$$FC = 1 - \left( \frac{NDVI_{m\acute{a}x} - NDVI}{NDVI_{m\acute{a}x} - NDVI_{m\acute{i}n}} \right)^{0,9} \quad (2)$$

O  $NDVI_{m\acute{a}x}$  é o valor máximo do NDVI na imagem,  $NDVI_{m\acute{i}n}$  é o valor mínimo do NDVI da imagem,  $NDVI$  é o valor médio de 10 amostras no talhão e, 0,9 é o valor ajustado por Picoli (2006) para a cana-de-açúcar.

$$IAF = -2\ln(1 - FC) \quad (3)$$

Foi realizada análise sobre o comportamento do NDVI e do IAF obtido pelo método de imagem e comparando-os a dados obtidos em campo, durante o período de crescimento da cultura

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** O comportamento do NDVI tem variação entre 0 a 1, quanto mais próximo de 1 melhor é essa taxa. Durante o ciclo de produção o NDVI máximo variou entre 0,52 e 0,78 ao longo do período de crescimento.

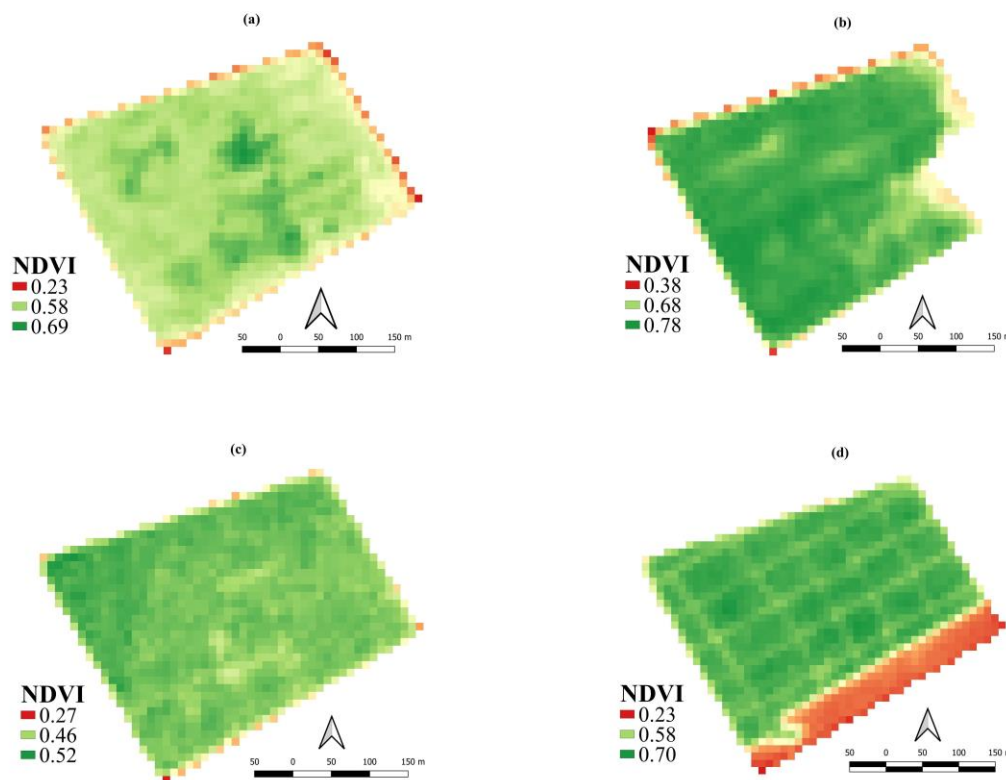


Figura 2: Espacialização do NDVI no lote 1817 (a), (b), (c) e (d) com 112, 165, 260 e 300 dias após plantio, respectivamente. A imagem (b) ocorreu um recorte do talhão por conta de incidência de nuvens, no entanto, onde não influenciou na determinação do NDVI.

O NDVI obteve-se o comportamento esperado de acordo com o estágio vegetativo, em (a) fase de perfilhamento, (b) onde o NDVI alcançou seu máximo com 0,78 na fase de crescimento rápido, (c) período de maturação fisiológica e (d) início da colheita.

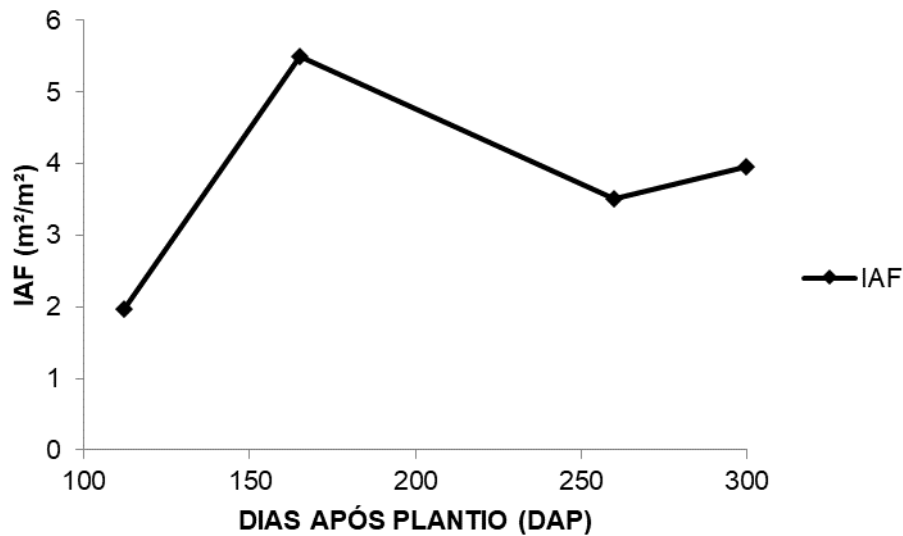


Figura 3: Comportamento do IAF durante o ciclo de produção da cana-de-açúcar, sendo plantio realizado 03/12/2018, totalizando 300 dias, e início da colheita em 30/09/2019, Localização do lote 1817, Usina Seresta S/A, Fazenda Tabocas, Teotônio Vilela, Alagoas, Brasil, 2019.

Segundo Oliveira et al. 2007, diversas variáveis influenciam o IAF, entre elas, o número de perfilhos, o número de folhas verdes, o tamanho e a largura destas folhas, a eficiência fotossintética delas, além da influência dos genótipos e dos fatores edafoclimáticos. Um IAF próximo a 4 é suficiente para a cana-de-açúcar interceptar 95% da radiação solar incidente (MACHADO et al., 1985).

**CONCLUSÕES:** Foi possível estimar o NDVI da cana de açúcar no ciclo cana soca, plantio duplo, a partir do NDVI gerado do Sentinel-2, como também determinar as espacialização no talhão.

O IAF se mostrou ideal, tendo seu comportamento de acordo com seu estágio vegetativo, obtendo-se uma correlação positiva com NDVI.

#### REFERÊNCIAS:

MACHADO, E. C.; PEREIRA, A. R.; PAES CAMARGO, M. B.; FAHL, J. I. **Relações radiométricas de uma cultura de cana-de-açúcar**. *Bragantia*, Campinas, v. 44, p. 229-238, 1985.

Oliveira, R. A. de; Daros, E.; Zambon, J. L.C.; Weber, H.; Ido, O. T. Área foliar em três cultivares de cana-de-açúcar, em cana-planta, no Estado do Paraná: taxas de crescimento. *Scientia Agraria*, v.6, p. 71-76, 2007.

Rudorff, B. F. T.; Batista, G. T. Yield estimation of sugarcane based on agrometeorological-spectral models. *Remote Sensing of Environment*, v.33, n.3, p. 183-192, 1990.

Wiegand, C. L.; Everitt, J. H.; Richardson, A. J. Comparison of multispectral video and SPOT-HRV observations for cotton affected by soil salinity. *International Journal of Remote Sensing*, v.13, n.8, p. 1511- 1525, 1992.