

## RELAÇÃO ENTRE OS MAPAS DOS ÍNDICES VEGETATIVOS NDRE, NDVI E EVI COM UM MAPA DE ZONAS DE POTENCIAL PRODUTIVO PARA SOJA

Lara M. Guanais Santos<sup>1</sup>, Natasha C. Penatti<sup>2</sup>, Hevandro C. Delalibera<sup>3</sup>, Maria F. Guimarães<sup>4</sup>.

<sup>1</sup> Doutoranda em agronomia, Universidade Estadual de Londrina – UEL, laramari Guanais@gmail.com

<sup>2</sup> Dr<sup>a</sup> em Geociências, Universidade de São Paulo – USP, natasha.penatti@alumni.usp.br

<sup>3</sup> Pesquisador, Dr. Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná IAPAR-EMATER - IDR-Paraná, hevandro@idr.pr.gov.br

<sup>4</sup> Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> em agronomia, Universidade Estadual de Londrina – UEL, mfatima@uel.br

Apresentado no  
LI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2022  
27 a 29 de outubro de 2022 - Pelotas - RS, Brasil

**RESUMO:** Este trabalho teve por objetivo avaliar o grau de ajuste linear entre um mapa de zonas de potencial produtivo para soja com três índices de vegetação indicados pela literatura como os mais adequados para representar a resposta das culturas, visando a aplicação dos últimos para estimar zonas de potencial produtivo sem a necessidade do mapa de colheita. Para este se utilizou dados de produtividade de soja obtido através de monitor de colheita, transformados em zonas de potencial produtivo e imagens do satélite Sentinel-2 obtidas após o fechamento da linha da cultura. Foram testados o Índice de Vegetação por Diferenças Normalizadas (NDVI), Índice de Vegetação Aprimorada (EVI) e diferença normalizada na banda de borda vermelha (NDRE). Concluiu-se que os índices NDRE e NDVI apresentaram o maior ajuste linear com o mapa de zonas de potencial produtivo ( $R^2$  0,58 e 0,46). Contudo, os graus de ajuste obtido nos modelos são considerados baixos, representando apenas a tendência entre métodos e, portanto, mais estudos são necessários para recomendar a aplicação dos índices vegetativos avaliados como substituto aos dados coletados à campo.

**Palavras-chave:** agricultura de precisão, zonas de manejo, score-z.

### RELATIONSHIP BETWEEN THE NDRE, NDVI AND EVI VEGETATION INDICES MAPS WITH A PRODUCTION POTENTIAL ZONES MAP FOR SOYBEAN

**ABSTRACT:** This study aimed to evaluate the degree of linear adjustment between of productive potential zones map for soybean with three vegetation indices indicated by the literature as the most suitable to represent the response of crops, aiming at the application of the vegetation indices to estimate of the productive potential zones without need for the harvest map. For this purpose, was used harvest monitor data collection transformed of soybean yield to productive potential zones and Sentinel-2 satellite images obtained after the closing of the crop line. The Normalized Differences Vegetation Index (NDVI), Enhanced Vegetation Index (EVI) and Normalized Difference in Red Border Band (NDRE) were tested. It was concluded that the NDRE and NDVI indexes showed the greatest linear adjustment with the map of productive potential zones for soybean ( $R^2$  0,58 e 0,46). However, the degree of fit obtained in the models is considered low, representing only the trend between methods and, therefore, more studies are needed to recommend the application of the evaluated vegetative indices as a substitute for the data collected in the field.

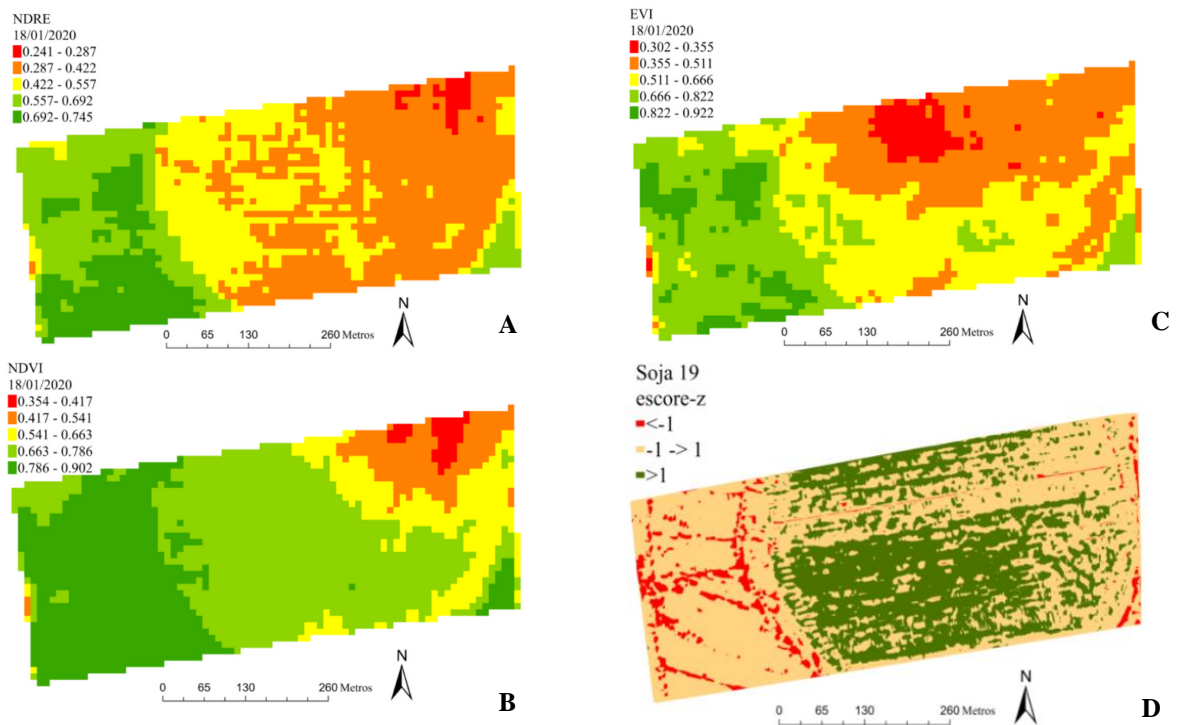
**Keywords:** precision agriculture, management zones, score-z.

**INTRODUÇÃO:** A obtenção de dados georreferenciados por meio de sensores e imagens aéreas ou de satélite são ferramentas importantes para identificação da variabilidade espacial. Dentre estes o monitoramento do rendimento das culturas através de monitores de colheita nas colhedoras, está entre as estratégias mais utilizadas pelos produtores na identificação da variabilidade espacial em áreas agrícolas, visto que o mapa de colheita representa a resposta da cultura às condições da área, clima e manejo aplicado. Outro método para identificação de variabilidade espacial são as técnicas de sensoriamento remoto através de imagens, que permitem a extração de informações quantitativas mediante a caracterização espectral de objetos. Sendo, o Índice de Vegetação por Diferenças Normalizadas (NDVI) (NASER *et al.*, 2020) o Índice de Vegetação Aprimorada (EVI) (OLIVEIRA, 2021) e Diferença Normalizada na Banda de Borda Vermelha (NDRE) (TAIPALE, 2018) os mais indicados pela literatura para representar a resposta das culturas ao ambiente e ao manejo. Assim, este trabalho teve por objetivo avaliar a relação destes índices vegetativos com um mapa zonas de potencial produtivo (SANTOS, 2020) para soja, visando verificar a viabilidade de se estimar o ultimo através de imagens de satélite.

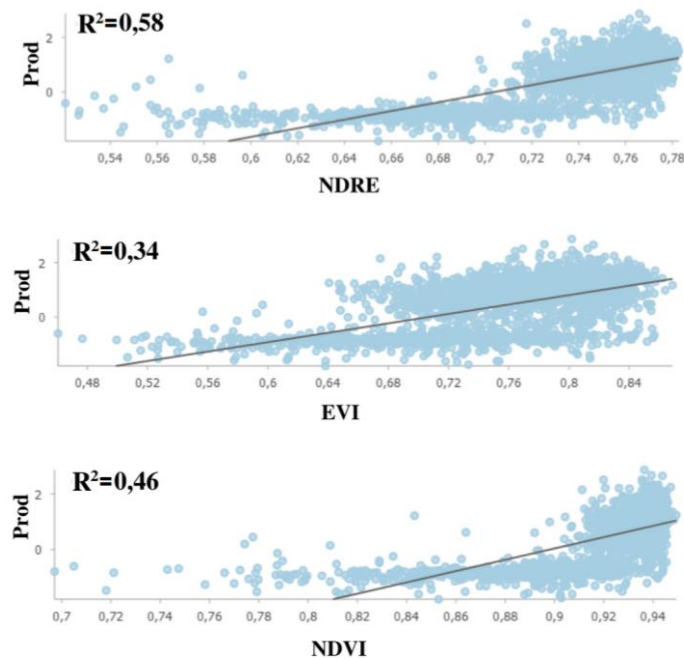
**MATERIAIS E MÉTODOS:** No desenvolvimento deste trabalho foram utilizados dados obtidos por monitor de colheita, referentes a cultura soja, de uma área agrícola sob sistema plantio direto, localizada no município de Candido Mota, São Paulo (22°53'57.26"S; 50°24'0.68"O). A área é constituída por Latossolo Vermelho (EMBRAPA, 2013) e o clima é do tipo Cfa, temperado úmido, com temperatura média anual de 22 °C e precipitação anual de 1.502 mm. Os dados de produtividade utilizados foram adquiridos com uma colhedora John Deere, modelo STS 9750, dotada de um monitor de colheita GS4 o qual apresenta e grava os dados medidos por um sensor de produtividade tipo placa de impacto, um sensor de umidade do tipo capacitância e antena GPS. Estes dados foram exportados para tabela do software Excel (2010) e foram tratados e classificados em um mapa de zonas de potencial produtivo (ZPP) conforme Santos (2020). Este mapa foi relacionado com três mapas de índices de vegetação estimados a partir de uma imagem do satélite Sentinel-2A (sensor multi-espectral (MSI); resolução espacial de 10 m), capturada no período do estágio fenológico R1 da soja, devido a indisponibilidade de imagens livres de nuvens para outros períodos de interesse. A obtenção da imagem e o cálculo dos índices NDVI, NDRE e EVI foi efetuado por meio de um *script* executado na plataforma Google Earth Engine (GEE)<sup>®</sup>. Após a geração destes índices, os mapas resultantes foram segregados em cinco classes conforme permitido no *default* do software. Para o cálculo da equação de ajuste linear entre os índices e o ZPP, foi utilizada a ferramenta “construir raster virtual” do *software* QGIS para empilhar a imagem de cada índice junto ao ZPP. Após o empilhamento, o arquivo foi transformado em GeoTIFF e exportado para o *software* ArcGIS Pro. No último se utilizou a ferramenta “criar gráfico de dispersão”, e realizado um modelo linear, com grau de ajuste aos dados representado pelo R<sup>2</sup> do modelo.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** A Figura 1 apresenta o mapa resultante para cada índice de vegetação e o mapa de ZPP onde, para o último, escores-z menores que -1 desvio são as áreas de baixo potencial produtivo,  $-1 < \text{escore-z} > 1$  estão as áreas de potencial médio normal e as áreas com escore-z maior que 1 desvio demonstram as zonas com alto potencial produtivo, sendo representadas por vermelho, amarelo e verde respectivamente. A Figura 2 apresenta os gráficos de dispersão entre cada índice e o mapa de ZPP e seus ajustes a um modelo linear, para a cultura da soja. Como observado na Figura 2, houve maior ajuste ao modelo linear entre o NDRE e o mapa de ZPP para soja, apresentando ajuste de 0,58, seguido pelo NDVI, com 0,46 e, por último, o índice EVI com R<sup>2</sup> de 0,34. De acordo com Taipale (2018), o NDRE pode fornecer uma medição de variabilidade melhor que os outros índices

avaliados, por ser capaz de medir em profundidade o dossel das plantas e ser menos propenso a saturação, corroborando com o obtido neste estudo.



**FIGURA 1.** Os mapas A, B e C representam os índices vegetativos NDRE, NDVI e EVI respectivamente e D representa o mapa de zonas de potencial produtivo (ZPP) para soja onde para D, em vermelho estão as áreas de baixo potencial produtivo, em amarelo as de potencial médio normal e em verde as áreas de alto potencial produtivo.



**FIGURA 2.** Ajustes ao modelo linear entre os índices de vegetação e o mapa de zonas de potencial produtivo para soja.

Entretanto, os índices do grau de ajuste dos dados ao modelo linear, representado pelo  $R^2$ , foram considerados baixos, demonstrando que há apenas uma tendência de relação entre os mesmos. Todavia, para a área de estudo, as imagens consideradas adequadas para a realização do estudo (imagens sem cobertura de nuvens) estavam disponíveis apenas para o período em que a soja se encontrava aproximadamente em estágio fenológico de R1 e, de acordo com estudos realizados por Schirmbeck *et al.* (2020) e Trindade *et al.* (2019) o melhor estágio fenológico para registro de imagens da soja é de R3 a R5. Sharma *et al.* (2015) também comentam que as diferenças entre o NDVI e o NDRE são mais significativas nos últimos estágios do desenvolvimento da cultura, se mostrando mais semelhantes nos primeiros estágios. Portanto se considera que são necessários mais estudos visando verificar se a resposta destas relações lineares entre os mapas dos índices e o ZPP respondem melhor entre os estágios fenológicos R3 a R5 da soja.

**CONCLUSÃO:** Neste estudo de caso se concluiu que, com a cultura da soja em R1, os índices que apresentaram maior ajuste linear ao mapa de zonas de potencial produtivo foram o NDRE e o NDVI. Contudo, mais estudos se considerando outros estágios fenológicos e mais áreas agrícolas e culturas, são necessários para recomendar sua aplicação em substituição a informação gerada pelos dados de mapas de colheita.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

EMBRAPA SOLOS. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Centro Nacional de Pesquisa de Solos: Rio de Janeiro, v.3, 2013.

NASER M.A.; KHOSLA, R; LONGCHAMPS, L.; DAHAL, S.; Using NDVI to Differentiate Wheat Genotypes Productivity Under Dryland and Irrigated Conditions. **Remote Sensing**. v.12, n.5, p. 824. 2020. doi: 10.3390/rs12050824

OLIVEIRA, V.H.D. Unidades de Gestão Diferenciada por meio de índices de vegetação e mapas de produtividade. **Dissertação** de Mestrado em Agronomia. Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Cascavel. 2021.

SANTOS, L.M.G. Tratamento e interpretação de dados de produtividade para agricultura de precisão. 2020. 39. **Dissertação** de Mestrado em Agronomia - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2020.

SHARMA, L.K.; BU, H.; DENTON, A.; FRANZEN, D.W. Active-optical sensors using red NDVI compared to red edge NDVI for Prediction of corn grain yield in North Dakota, USA. **Sensors**. v.15, p.27832–27853. 2015.

SCHIRMBECK, L.W.; FONTANA, D.C.; DALMAGO, G.A.; SCHIRMBECK, J.; VARGAS, P.R.; FERNANDES, J.M.C. Condições hídricas de lavoura de soja usando sensoriamento remoto terrestre. **Agrometeoros**, v.27, n.1, 6 mar. 2020.

TAIPALE, E. *NDVI vs. NDRE: What's the Difference?* (2018). Disponível em: <<https://sentera.com/insights/ndvi-vs-ndre-whats-the-difference/>>.

TRINDADE, F.S.; ALVES, M.C.; NOETZOLD, R.; ANDRADE, I.C.; POZZA, A.A.A. Relação espectro-temporal de índices de vegetação com atributos do solo e produtividade da soja. **Revista de Ciências Agrárias**, v.62, 2019. doi: 10.22491/rca.2019.2928