

Utilização de índices de vegetação correlacionados a dados de mapa de produtividade da cultura da soja

Jorge Lucas Nogueira Santos^{1*} e Helton Aparecido Rosa¹

¹Centro Universitário Assis Gurgacz, Colegiado de Agronomia, Cascavel, Paraná.

^{1*}jorgelucas.nog@hotmail.com

Resumo: Com a evolução da tecnologia tem-se várias opções de índices de vegetação com a mesma função. O objetivo principal desse estudo foi testar a correlação entre três índices de vegetação com mapa de produtividade da soja, semeada na safra 2018/2019 em uma fazenda localizada no município de Santa Tereza do Oeste/PR. Início da realização do trabalho foi dia 22 de setembro de 2018, sendo a data do término da semeadura, dia 9 de fevereiro de 2019 foi a data da colheita, o tamanho total da área é de 77 hectares. Foram utilizadas imagens do satélite Sentinel 2, assim elaborando índices de vegetação com auxílio do software QGIS. Os IVs usados para realizar o estudo são NDVI, SAVI e EVI2. Tais IVs sendo comparados com mapa de colheita do talhão. No presente estudo todos os índices tiveram uma fraca correlação com a produtividade da soja. Apesar das diferenças de correlação serem pequenas, o índice EVI2 apresentou valor mais elevado que os demais.

Palavras-Chave: agricultura de precisão, sensoriamento remoto, NDVI, SAVI, EVI2.

Utilization of vegetation indexes correlated to soybean productivity map data

Abstract: With the evolution of technology we have several options of vegetation indices with the same function. The main objective of this study was to test the correlation between three vegetation indices with soybean yield map, sown in the 2018/2019 crop on a farm located in Santa Tereza do Oeste/PR. Beginning of the work was 22 September 2018, and the date of sowing ended 9 February 2019 was the date of harvest, the total size of the area is 77 hectares. Sentinel 2 satellite images were used, thus elaborating vegetation indices with the aid of QGIS software. The IVs used to perform the study are NDVI, SAVI and EVI2. Such IVs being compared with plot harvest map. In the present study all indices had weak correlation with soybean yield. Although the correlation differences were small, the EVI2 index was higher than the others.

Key words: precision agriculture, remote sensing, NDVI, SAVI, EVI2.

Introdução

Considerando o cenário agrícola brasileiro observa-se que está em constante evolução, principalmente na área do uso da tecnologia. Com o avanço e o aumento de seu uso na agricultura as análises de índices de vegetação podem ser uma ferramenta bastante útil ao agricultor no monitoramento e nas estimativas de produtividade na cultura da soja.

O Brasil é um dos líderes mundiais da produção de soja. Sua produção atende o mercado interno e externo, aproximadamente 79% da soja mundial é esmagada para fazer ração animal e 18% na produção de óleo de soja. Na safra 16/17 a cultura ocupou uma área de 33,89 milhões de hectares, totalizando uma produção de 113,92 milhões de toneladas. A produtividade média da soja brasileira foi de 3.362 kg por hectare (EMBRAPA, 2018).

Sabe-se que os investimentos e a procura para aumentar a produtividade está cada vez maior, segundo Moura (2013), os prós da utilização das técnicas de sensoriamento remoto e de agricultura de precisão para avanço da produtividade se refletem pela maior rapidez e menores custos na obtenção de informações dos campos monitorados. Tais técnicas ajudam no aumento da produtividade agrícola através de imagens digitais, posicionamentos por GPS e processamento de imagens.

Na agricultura de precisão (AP) as ferramentas geralmente utilizadas na obtenção de dados para análise de informações espaciais dentro do campo é o sensoriamento remoto orbital (SR), tal ferramenta é capaz de coletar dados da superfície terrestre mediante sinais do espectro eletromagnético. Este autor ainda afirma que por meio do processamento informatizado de dados georreferenciados, desenvolve-se os índices de vegetação (IV), operando com bandas espectrais disponibilizadas por satélites, associando à realidade do campo, que colaboram no monitoramento agrícola (TURCATTO e ZANDONADI, 2018).

O IV mais empregado na agricultura é o Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI), por mostrar alta correlação linear com o desenvolvimento das plantas e seus estágios fenológicos (SHIRATSUCHI et al. 2014). De acordo com Brito et al. (2015), o NDVI tem uma escala de variação linear entre -1 e 1, é usado para avaliar a quantidade e condição da vegetação, estando relacionado intimamente ao tipo, a densidade e umidade da superfície.

Huete (1988) sugeriu uma remodelação do NDVI com objetivo de minimizar os efeitos da variabilidade, do tipo e densidade da vegetação, criando assim o Índice de Vegetação Ajustado ao Solo (SAVI).

O índice EVI2, é similar ao tradicional EVI, mas possui melhor sensibilidade em área com alta biomassa, além de não utilizar a banda do azul, que apresenta distorções decorrentes do espalhamento atmosférico (JIANG et al. 2008).

Segundo Molin (2002) os mapas de produtividade são considerados por alguns pesquisadores a informação mais completa para avaliar a variabilidade espacial das lavouras, na AP os mapas de produtividade contêm informações únicas e imprescindíveis. Para obter-se informações de qualidade é necessário a correta instalação de sensores e frequente calibração deles, mesmo assim serão encontrados alguns erros, o que pode acarretar mais trabalho para que sejam minimizados.

O objetivo principal desse estudo é de testar a correlação entre três índices de vegetação com mapa de produtividade da soja, semeada na safra 2018/2019 em uma fazenda localizada no município de Santa Tereza do Oeste/PR.

Material e métodos

O estudo foi realizado em uma fazenda que se localiza no município de Santa Tereza do Oeste/PR, nas coordenadas 24°57'09.8"S/53°34'30.2"W. O talhão utilizado no trabalho possui 77 hectares (figura 1). Segundo Aparecido et al. (2016), o clima dessa região é classificado como subtropical úmido, ou seja, úmido em todas as estações do ano e verão quente. Temperatura média anual em torno de 18.2°C e com média pluviométrica de 1822 mm anual. De acordo com a Embrapa (2011) o solo é classificado como Latossolo vermelho distroférico, classificação denominada por conter camadas superficiais ricas em matéria orgânica, com solo fragmentados de rochas e minerais primários.

Figura1- Localização da área de estudo.



Fonte: google maps (2019).

Utilizou-se dois conjuntos para a semeadura. O primeiro conjunto constituído por uma semeadora Planticenter, com 11 linhas de 30 cm, equipada com monitor de plantio modelo Terra Smart Eata e tracionada por trator John Deere 6165 J com 165 cv de potência. Já no segundo conjunto utilizou-se uma semeadora Planticenter, com 13 linhas de 30 cm, equipada com monitor de plantio Terra 5000 e tracionada por trator Case 185 de 182 cv de potência.

O talhão foi semeado com a variedade de soja Bayer BS 2606 IPRO a qual é recomendada para a região. Variedade de ciclo precoce, hábito de crescimento indeterminado, porte médio, indicado para áreas de alto potencial produtivo. Essa variedade apresenta alta resistência ao tombamento e estiagem, pois tem sistema radicular bem desenvolvido, e possui como característica principal a tecnologia Intacta RR2 PRO (IPRO) que lhe confere tolerância a herbicidas a base de Glifosato e proteção contra as principais lagartas.

A semeadura foi realizada na safra 18/19 nos dias 22 e 23 de setembro de 2018. Adubação feita em sulco no momento da semeadura, formulação utilizada foi 02.20.18 na dosagem de 1200 kg/ha, conforme recomendação do engenheiro agrônomo responsável. Ao término do ciclo da soja que foi de 134 dias, realizou-se a colheita nos dias 8 e 9 de fevereiro de 2019. Foram utilizadas duas colhedoras, uma modelo Case 2388 equipada com monitor de colheita Edge, e outra da marca New Holland modelo TC 5090 equipada com monitor de colheita PF advantage.

A partir dos pontos coletados pelo monitor de colheita, foi realizada interpolação e gerado o mapa de produtividade pelo software QGIS, pelo método Inverso do Quadrado da Distância (IQD). Para geração dos índices utilizou-se imagens utilizadas são do satélite Sentinel-2 com grid de 10 metros, as imagens foram coletadas na data de 50 dias após o plantio. Foi realizado 1 amostra por hectare, totalizando 77 amostras. Com auxílio do software QGIS, calculou-se valores dos IV: NDVI (equação 1), SAVI (equação 2) e EVI (Equação 3).

$$NDVI = \frac{(NIR-RED)}{(NIR+RED)} \quad (\text{Equação 1})$$

em que:

NIR = reflectância no infravermelho próximo (nm)

RED = reflectância na região do vermelho (nm)

$$SAVI = \frac{(NIR - RED)}{(NIR + RED + L)} * (1 + L) \text{ (Equação 2)}$$

em que:

NIR = reflectância no infravermelho próximo (nm)

RED = reflectância na região do vermelho (nm)

L = fator de correção do solo.

$$EVI2 = 2,5 * \frac{NIR - RED}{(NIR + 2,4 * RED + 1)} \text{ (Equação 3)}$$

em que:

NIR = reflectância no infravermelho próximo (nm)

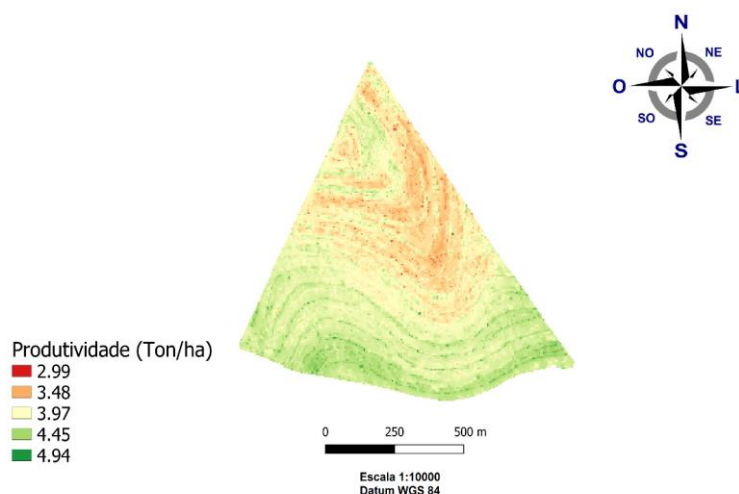
RED = reflectância na região do vermelho (nm)

Após a geração dos IVS, com auxílio do Excel, serão realizadas análises de correlação para verificar qual índice apresenta melhor modelo para estimar a produtividade.

Resultados e discussão

Na Figura 2, encontra-se o mapa de produtividade do talhão em estudo, onde verifica-se menores índices de produtividade na parte norte, variando de 2,99 a 3,97 ton/ha. Já na parte sul, ocorreram as maiores produtividades, entre 4,45 e 4,94 ton/ha.

Figura 2 – Mapa de produtividade da soja, safra 18/19, da área de estudo.

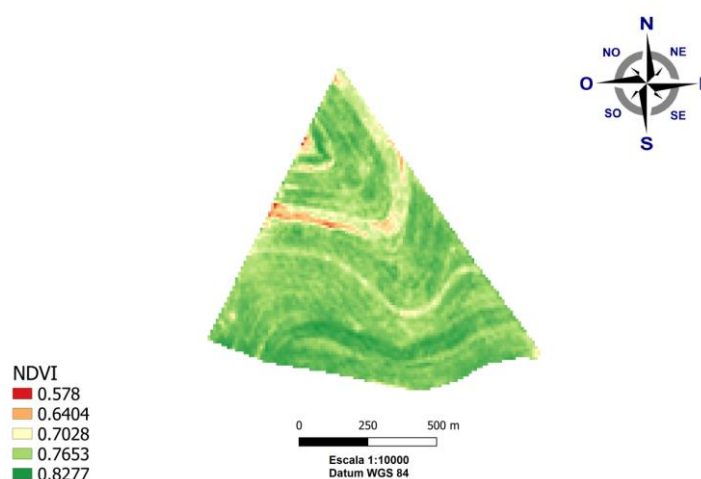


Os resultados do índice NDVI é observado na Figura 3, onde verifica-se os maiores valores espalhados por todo o talhão, variando de 0,7028 a 0,8277. Os menores valores foram encontrados na região noroeste do talhão, variando de 0,6404 a 0,578.

Segundo Rodrigues (2002), diversos são os fatores que contribuem para a variabilidade da produtividade, além das condições climáticas, doenças e insetos, plantas daninhas e atributos do solo, como textura, profundidade, pH e nutrientes.

Almeida et al. (2004), realizaram monitoramentos na cultura soja através do NDVI, e obtiveram valores de aproximadamente 0,75, que foram semelhantes aos valores encontrados no presente estudo, e foram adquiridos também em um período de 50 dias após a semeadura.

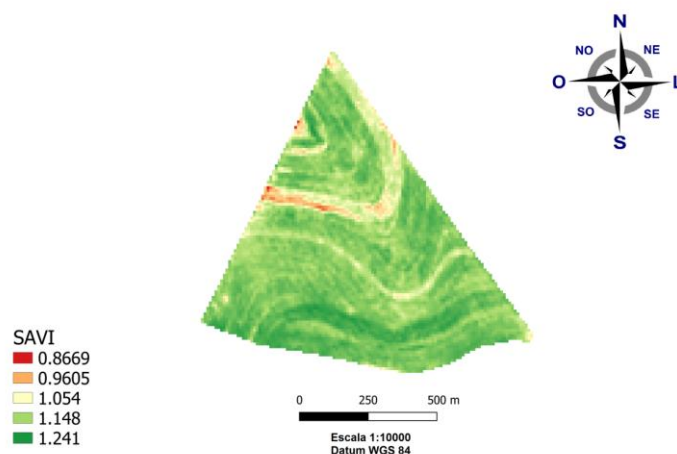
Figura 3 – Mapa de NDVI da área de estudo, em 17/11/18.



Já na figura 4 apresenta-se os resultados da análise do SAVI do talhão. Em comparação a análise com NDVI observam-se que as áreas com menores e maiores índices são semelhantes, na região noroeste o valor varia entre 0,8669 a 0,9605, sendo os menores valores encontrados no talhão. De 1,241 a 1,054 são os maiores valores que se encontram praticamente em todas regiões do talhão.

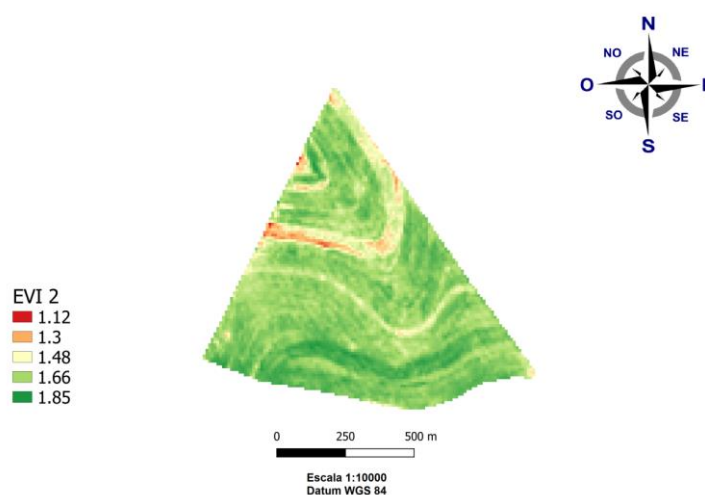
Sobrinho e Alves (2012), realizaram estudo de sensoriamento remoto na cultura da soja utilizando o índice SAVI, e verificaram valores em torno de 1,15, que se aproximaram dos encontrados em grande parte do talhão do presente estudo.

Figura 4 – Mapa SAVI da área de estudo, em 17/11/18.



Na figura 5, tem-se o mapa com índices EVI2 da área de estudo, comparando a figura 5 e a figura 4 observam-se que a localização dos altos e baixos índices são semelhantes neste caso também. Valores menores localizados na região noroeste do talhão, variado de 1,12 a 1,3. Os resultados mais elevados encontram-se por quase todo o talhão, oscilando entre 1,48 a 1,85.

Figura 5 – Mapa EVI2 na área de estudo, em 17/11/18.



Na Tabela 1, encontra-se os valores da correlação linear de Pearson, onde observamos o resultado do índice NDVI de 0,2462, sendo o menor valor encontrado. Já o SAVI apresenta o valor de 0,2463 e o EVI2 com o maior resultado de 0,2515.

Tabela 1 - Correlação linear de Pearson

Correlação de Pearson	r
Produtividade x NDVI	0,2462
Produtividade x SAVI	0,2463
Produtividade x EVI2	0,2515

Dancey e Reidy (2006), mostram em seus estudos que a correlação linear de Pearson é classificada como fraca (0,10 a 0,39), Moderada (0,40 a 0,69) e Forte (0,70 a 1). Na presente pesquisa os valores foram de aproximadamente 0,25, portanto apresentando fraca correlação entre as variáveis.

Segundo Deghaid et al, (2014), em um estudo realizado com índices da população de plantas de amendoim com o uso de NDVI foi médio, em torno de 0,4651. Segundo Mercante et al. (2009), a fraca correlação do coeficiente pode acontecer devido ao hábito de crescimento indeterminado e da alta capacidade de suprir falhas no estande, com a emissão de ramas laterais e porte rasteiro. Então quando acontece variação na densidade de plantas tal fator limita as percepções de mudanças do NDVI. Como o SAVI e EVI2 usam os mesmos comprimentos de ondas que o NDVI, as correlações lineares foram fracas pelo mesmo motivo.

Conclusão

Os índices tiveram uma fraca correlação com a produtividade da soja, para a área em estudo. Apesar das diferenças dos resultados de correlação serem pequenas entre os índices de vegetação, o EVI2 apresentou valor mais elevado que os demais.

Referências

- ALMEIDA, T. S.; FONTANA, D. C.; MARTORANO, L. G.; BERGAMASCHI, H. **Índices de vegetação para a cultura da soja em diferentes condições hídricas e de sistema de manejo do solo**. 2004. Porto Alegre, UFRGS.
- APARECIDO, L. E. O.; ROLIM, G. S.; RICHETTI, J.; SOUZA, P. S.; JOHANN, J. A. Classificações climáticas de Köppen, Thornthwaite e Camargo para o zoneamento climático do Estado do Paraná, Brasil. **Ciência e Agrotécologia**, p.4015-417, 2016.
- DANCEY, C.; REIDY, J. **Estatística Sem Matemática para Psicologia: Usando SPSS para Windows**. 2006. Porto Alegre, Artmed.
- DEGHAI, J.; ROSALEN, D. L.; ZERBATO, C.; FURLANI, C. E. A. **Correlação entre o índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) e características agrônômicas da cultura do amendoim**. 2014. Campo Grande, CONBEA.

EMBRAPA SOJA. S/D. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1>>. Acesso em: 30 de março de 2019.

EMBRAPA. **Solos do Brasil**. 2011. Disponível em: <<http://www.embrapa.br/tema-solos-brasileiros/solos-do-brasil>>. Acesso em: 07 abril de 2019.

GUNTHER, M. **Soja**. S/D. Disponível em: <https://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/reducao_de_impactos2/agricultura/agr_soja/>. Acesso em: 30 março de 2019.

HUETE, A. R. A soil-adjusted vegetation index (SAVI). **Remote Sensing of Environment, Philadelphia**, v. 25, p. 53-70, 1988.

JIANG, Z.; HUETE, A. R.; DIDAN, K.; MIURA, T. Development of a two-band enhanced vegetation index without a blue band. **Remote sensing of Environment**, v. 112, p. 3833-3845, 2008.

MERCANTE, E.; LAMPARELLI, R. A. C.; URIBEOPAZO, M. A.; ROCHA, J. V. **Características espectrais da soja ao longo do ciclo vegetativo com imagens landsat 5/TM em área agrícola no Oeste do Paraná**, v. 29, n. 2, p. 328-338, 2009.

MOLIN, J. P. **Geração e interpretação de mapas de produtividade para agricultura de precisão**. 2002. Universidade de São Paulo, Pirassununga. Disponível em: <http://www.ler.esalq.usp.br/download/CLP%202000.01.PDF>. Acesso em 02 de novembro de 2019.

MOURA, M. C. F. **Correlação entre produtividade em cana-de-açúcar e índice de vegetação espectrais: estudo de caso na região de Oratórios, MG**. 2013. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. Disponível em: <https://www.locus.ufv.br/handle/123456789/771>. Acesso em 02 de novembro de 2019.

RODRIGUES, J.B.T. **Variabilidade espacial e correlações entre atributos de solo e produtividade na agricultura de precisão**. UNESP – Campus de Botucatu, para a obtenção do título de Mestre em Agronomia – Área de Concentração em Energia na Agricultura. Janeiro, 2002.

SOBRINHO, J. A. F.; ALVES, M. C. **Sensoriamento remoto multiespectral da soja e sua relação com a produtividade se sementes em Mato Grosso**, p 02-09, 2012.

SHIRATSUCHI, L. S.; BRANDÃO, Z. N.; VICENTE, L. E.; VICTORIA, D. C.; DUCATI, J. R.; OLIVEIRA, R. P. O; VILELA, M. F. **Sensoriamento Remoto: conceitos básicos e aplicações na Agricultura de Precisão**. Cap.4. EMBRAPA, Brasília, DF. 2014.

TURCATTO, L. M.; ZANDONARI, R.S. **Variabilidade da produtividade e a relação com padrões de NDVI obtidos com imagens do LANDSAT8**. 2018. Disponível em: http://www.lapmec.com.br/upload/mod_publicacoes/224/5b3e561003628.pdf. Universidade Federal do Mato Grosso, Sinop. Acesso em 02 de novembro de 2019.