

CORRELAÇÃO ESPACIAL ENTRE OS ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO E O ÍNDICE DE VEGETAÇÃO NDVI NA CULTURA DA SOJA

JACKELINE MATOS DO NASCIMENTO¹, MATEUS LUIZ SECRETI², MATHEUS LINÉ³, SAMUEL ALBERTO CORRÊA PAEZ⁴

¹Dra. em Produção Vegetal, Prof. titular UNIGRAN, Dourados-MS, jackeline.nascimento@unigran.br;

²Dr. em Produção Vegetal, Prof. titular UNIGRAN, Dourados-MS, mateus.secreti@unigran.br.

³Eng. Agrônomo, UNIGRAN, Dourados-MS, matheusline@hotmail.com;

⁴Eng. Agrônomo, UNIGRAN, Dourados-MS, 302.097@alunos.unigran.br.

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC
15 a 17 de setembro de 2021

RESUMO: Objetivou-se, neste estudo, analisar a correlação espacial entre os atributos químicos do solo e os valores do índice de vegetação NDVI na cultura da soja em uma área localizada no município de Douradina/MS, utilizando imagens do satélite sentinel-2. Foi realizada a coleta do solo na camada de 0-20 cm de profundidade, onde foram analisados os teores de fósforo, potássio, cálcio, magnésio, alumínio, enxofre, matéria orgânica, hidrogênio + alumínio, potencial hidrogeniônico. A partir dos resultados das análises dos atributos químicos do solo e do índice de vegetação NDVI foi realizada análise estatística descritiva clássica e o coeficiente de correlação linear de Pearson (r). A variável acidez potencial possui correlação significativa e negativa com o NDVI. Os elementos Cálcio, soma de bases e v% e Capacidade de Troca de Cátions apresentaram correlações significativas e positiva com índice de vegetação estudado. O índice de vegetação NDVI apresenta boa aplicação para observar a variabilidade espacial dos atributos do solo podendo ser utilizado em conjunto com outras ferramentas para melhor tomada de decisão.

PALAVRAS-CHAVE: Agricultura de precisão, *Glycine max*, Sentinel-2.

SPATIAL CORRELATION BETWEEN CHEMICAL ATTRIBUTES AND NDVI INDEX IN THE SOYBEAN CROP

ABSTRACT: This study aims to evaluate the correlation between soil properties variability and Normalized Difference Vegetation Index (NDVI). The experiment was conducted in Douradina/MS, using images from the sentinel-2 satellite. The following variables were analyzed in soil samples collected at 0-20 cm horizon depth: calcium, phosphorus, potassium, magnesium content, cation-exchange capacity, potential acidity, potential of hydrogen (pH), base-cation saturation rate, and organic matter. The data was summarized and organized through descriptive statistics and Pearson correlation (r). The potential acidity has a significant and negative correlation with NDVI. Calcium and base-cation saturation rate phosphorus, have significant and positive correlation between NDVI index. The NDVI index can be used in conjunction with other tools for a better decision making.

KEYWORDS: Precision agriculture, *Glycine max*, Sentinel-2.

INTRODUÇÃO

A agricultura brasileira vive um bom momento se comparando aos outros setores do agronegócio, e a soja destaca-se como um dos principais produtos, sendo o Brasil o maior produtor do mundo, com aproximadamente 38,5 milhões de hectares plantados, com uma produção de 135,4 milhões de toneladas (CONAB, 2022).

No Brasil a soja ocupa a maior parte das lavouras destinadas a agricultura. A cultura está dando bom retorno financeiro aos produtores e um dos fatores que impulsionaram esta crescente, tem sido a forte demanda mundo a fora. A soja hoje é um dos principais produtos na cadeia do agronegócio, sendo utilizado como moeda na mão de agricultores, cerealistas e corretores, podendo

multiplicar ganhos de quem conseguir entender o vasto mercado da soja, “que contribui para o aumento do PIB brasileiro” (IBGE, 2022).

O sensoriamento remoto é uma geotecnologia que possibilita a coleta de dados terrestre, por meio da captação e registro da energia refletida ou emitida pela superfície (FLORENZANO, 2011). Estes dados são disponibilizados como imagens e podem ser utilizados no monitoramento dos recursos naturais, mapeamento de reservas legais, mapeamento de produtividade, aptidão agrícola, entre outras aplicações em escala global ou local (MOLIN et al., 2015).

Com isso, os índices de vegetação que são uma combinação entre duas ou mais bandas espectrais que evidenciam algum componente de interesse, podem auxiliar na identificação de algum parâmetro na cultura reduzindo ou eliminando a interferência do solo. Entre estes índices, o índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI), é mais sensível na presença de pigmentos fotossintéticos como a clorofila e se relaciona principalmente com a quantidade de massa vegetal (BERNADI et al., 2014).

Neste contexto, o objetivou-se com o trabalho analisar a correlação espacial entre os atributos químicos do solo e os valores do índice espectral de vegetação (NDVI) da cultura da soja, por meio de técnicas de sensoriamento remoto utilizando uma imagem do satélite Sentinel-2.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo localiza-se na Fazenda Yverá no município de Douradina/MS, situada nas coordenadas geográficas de latitude 21°58'11.00"S e longitude 54°31'01.00"O, onde se predomina o clima mesotérmico úmido, verões quentes e invernos secos, do tipo Cwa, segundo a classificação de Köppen, com temperatura de 20° a 24°C e precipitação de 1.250 a 1.500 mm média anual (ALVAREZ et al., 2013).

A coleta de solo foi realizada no mês de agosto do ano de 2021, após a colheita do milho, com a utilização de trado tipo motorizado. Foram coletados 29 pontos sendo 1 ponto a cada 3,5 hectares, com 6 subamostras para formar uma amostra composta em cada grade, na profundidade de 0-20 cm.

O rastreamento dos pontos amostrais foi realizado por um aparelho celular com o aplicativo SIRRUS da empresa privada SST (Site-Specific Technologies). Em cada ponto amostral foram coletadas 6 (seis) subamostras, em que duas retirou-se no centro da grade, ou seja, na localização do ponto e as outras seis retiradas duas a duas com distâncias equivalentes em um raio médio de 8 (oito) metros a partir do centro.

Em seguida, as amostras foram transferidas para saquinhos plásticos com a devida identificação e foram encaminhadas para o laboratório de análises de solo em Dourados – MS, para determinar os valores de fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), alumínio (Al), enxofre (S), matéria orgânica (MO), hidrogênio (H) + alumínio (Al), potencial hidrogeniônico (pH). Com esses dados, foram calculados os valores da capacidade de troca catiônica (CTC), saturação de bases (V%), soma de bases (SB).

Para interpolação dos dados dos atributos do solo foi utilizado o método por krigagem ordinária. A confecção dos mapas foi realizada no software Qgis – software de SIG livre – dentro de um plugin denominado Smart-map. A imagem orbital foi obtida gratuitamente no site do Sentinel Hub com disponibilidades gratuitas. A data escolhida foi baseada no maior estágio vegetativo da soja, ou seja, antes do início da fase reprodutiva da cultura.

Posteriormente a aquisição da imagem orbital para data escolhida, realizou-se a operação algébrica entre as bandas para obtenção do índice de vegetação NDVI.

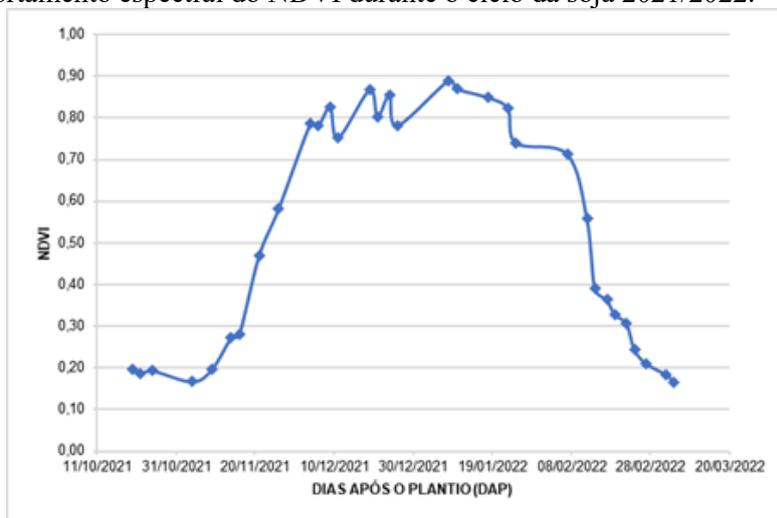
A partir dos resultados das análises dos atributos químicos do solo e do índice de vegetação NDVI foi realizada análise estatística descritiva clássica. O coeficiente de correlação linear de Pearson (r) foi utilizado com a finalidade de identificar possíveis associações entre os parâmetros pesquisados, a correlação mede o grau da relação entre duas variáveis quantitativas e a sua direção. Nessa pesquisa a magnitude dos coeficientes foi avaliada segundo Callegari-Jacques (2009) que propõem as seguintes classificações: para resultados na faixa de 0 a 0,30, correlação fraca; para a faixa de 0,3 até 0,6 correlação moderada; resultados para a faixa de 0,60 até 1 correlação forte.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram observadas variações nos valores médios de NDVI durante toda a safra da soja 2021/2022 em que resultou em 32 imagens livres de nuvens e de qualquer outra interferência natural

(Figura 1). A data da imagem orbital escolhida para estudo do índice de vegetação teve como base 60 dias após o plantio, onde o valor médio do NDVI resultou em 0,78.

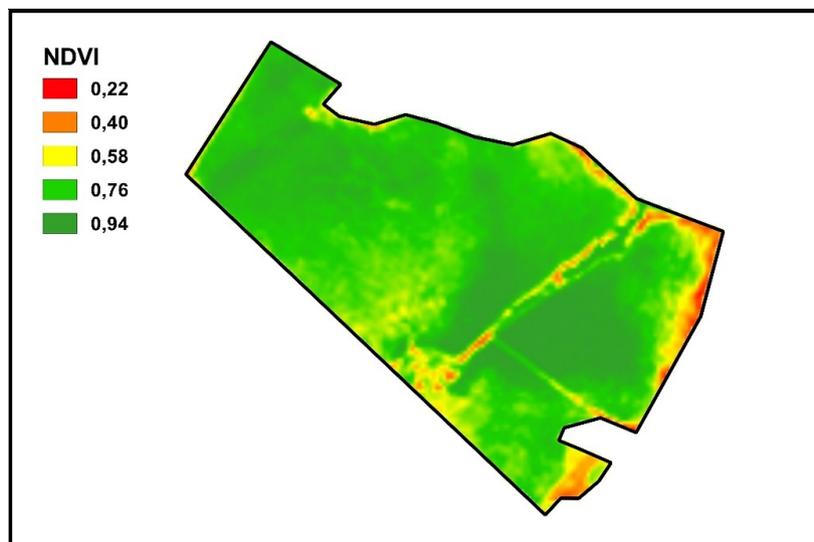
Figura 1 – Comportamento espectral do NDVI durante o ciclo da soja 2021/2022.



Possivelmente as altas variações nos valores máximos do NDVI ao longo do ciclo da cultura da soja ocorreu devido a mudanças fenológicas e ao regime de chuvas na região, o qual se deu em falta em diversas regiões do Estado do Mato Grosso do Sul. O NDVI máximo durante a estação de cultivo da cultura da soja representa o pico de crescimento da vegetação, que é influenciado pelas precipitações pluviais e apoio da irrigação às culturas, entre outros (MURTHY et al., 2009).

Assim, durante os meses de dezembro (2021) e janeiro (2022) os cultivos da microrregião estão em seu pico de verdor em condições normais, apresentando redução do NDVI em fevereiro associada a senescência natural da cultura (Figura 02.).

Figura 02 – Mapa do Índice de Vegetação NDVI na cultura da soja para a data 6/12/2021.



Murthy et al (2009) relataram que a vegetação sob estresse possui uma reflexão mais alta na região vermelho, bem como uma reflexão menor na região do infravermelho próximo do espectro, do que a vegetação saudável.

A alta reflexão das culturas no infravermelho próximo está associada à geometria do dossel e à saúde das culturas, enquanto que a grande absorção na região do vermelho está associada à sua biomassa e fotossíntese acumulada. Ainda assim, há uma tendência de diminuição do valor de NDVI

nos períodos em que a vegetação está sob efeito de estresse, devido a fatores internos ou externos as plantas. Portanto, um NDVI maior indica maior cobertura verde, bem como, uma diminuição no NDVI significa perda de crescimento e vigor das plantas com consequente redução.

Pode-se observar os valores do coeficiente de correlação do índice NDVI com valores de cada atributo do solo na Tabela 1.

Tabela 1 – Correlações positivas e negativas de Pearson entre os atributos do solo e o NDVI.

Variável	NDVI	Interpretação
pH	0,47*	Correlação Positiva Moderada
MO	-0,01NS	Correlação Negativa Fraca
P	-0,63NS	Correlação Negativa Forte
Ca	0,54**	Correlação Positiva Moderada
Mg	0,33NS	Correlação Positiva Moderada
H+Al	-0,50**	Correlação Negativa Moderada
K (mmol)	-0,06NS	Correlação Negativa Fraca
Al	-0,30NS	Correlação Negativa Fraca
S	-0,62NS	Correlação Negativa Forte
SB	0,48**	Correlação Positiva Moderada
CTC	0,01NS	Correlação Negativa Fraca
V%	0,53**	Correlação Positiva Moderada

* significativo a 0,05; ** significativo a 0,10; NS não significativo.

A correlação de Pearson (r) é determinada através da existência relação entre duas variáveis quantitativas. Os valores de Pearson para a correlação entre a variável pH e o índice de vegetação NDVI são menores do que o nível de significância de 0,05, o que indica que os coeficientes de correlação são significativos. São classificadas como Correlação Moderada Segundo Callegari-Jacques (2003).

Entretanto as correlações entre os elementos Cálcio (Ca), Acidez Potencial (H+Al), Soma de Bases (SB) e V% são maiores que o nível de significância 0,05 e menores que 0,10. Como o valor p é maior do que o nível de significância de 0,05, há evidências inconclusivas sobre a significância da associação entre as variáveis (MOLIN et al., 2015).

As variáveis Matéria Orgânica (MO), Fósforo (P), Magnésio (Mg), Potássio (K), Alumínio (Al), Enxofre (S) e Capacidade de Troca de Cátions (CTC) não apresentaram correlações significativas com NDVI.

CONCLUSÕES

A correlação entre Índice de Vegetação NDVI com o pH apresentaram correlações significativas.

Ca, SB e V% apresentarem correlações positivas e significativas com o NDVI ao nível de 10% de significância.

H+Al e NDVI apresentaram correlações negativas e significativas ao nível de 10% de significância.

O índice de vegetação NDVI e a imagem orbital do Sentinel-2 apresenta boa aplicação para observar a variabilidade espacial de alguns atributos do solo, mostrando-se uma ferramenta para delimitação de áreas homogêneas de manejo.

REFERÊNCIAS

- Alvarez, C. A.; STAPE, J. L.; Sentelhas, P. C.; Gonçalves, J. L. M.; Sparovek, G. Köppen's climate classification map for Brazil. Meteorologische Zeitschrift, Stuttgart, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- Bernardi, A. C. C; Naime J. M.; Resende A. V.; Bassoi L. H.; Inamasu R. Y. Agricultura de precisão: resultados de um novo olhar. 1º edição. Brasília DF. Embrapa Livros técnicos, p.01-600, 2014.

- Callegari-Jacques, S. M. Bioestatística: princípios e aplicações. Tradução. [s.l.] Porto Alegre: Artmed, 2009.
- CONAB. Quadro de suprimentos. 2014. Disponível em: < <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras>>. Acesso em: 03 abr. 2022.
- Florenciano, T. G. Iniciação ao Sensoriamento Remoto. 3 ed. São Paulo: Oficina de Textos, p.01-123, 2011.
- IBGE. Pesquisas: Censo Agropecuário. 2014. Disponível em:<<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/acervo/acervo2.asp?e=v&p=CA&z=t&o=11>>. Acesso em: 03 abr. 2022.
- Molin, J. P.; Amaral, L. R.; Colaço, A. Agricultura de precisão. 1 ed. São Paulo SP: Oficina de Textos, p.01-224, 2015.
- Murthy, C. S.; Sesha Sai, M. V. R.; Chandrasekar, K.; Roy, P. S. Spatial and temporal responses of different crop-growing environments to agricultural drought: a study in Haryana state, India using NOAA AVHRR data. International Journal of Remote Sensing, [s.l.], v. 30, n. 11, p.2897-2914, 2009.