

VARIABILIDADE TEMPORAL NA LEITURA DO ÍNDICE NDVI UTILIZANDO SENSOR PASSIVO SUB-ORBITAL NA CULTURA DO ALGODÃO

**MARCELO RODRIGUES BARBOSA JÚNIOR ¹, ANDRESSA ALVES CLEMENTE ²,
RAFAEL CORRÊA DE GRAAF ³, CRISTIANO ZERBATO ⁴, CARLOS E. ANGELI
FURLANI ⁵**

¹ Eng^o Agrônomo, Mestrando em Agronomia (Produção Vegetal), Depto. de Engenharia e Ciências Exatas, Unesp/FCAV, Jaboticabal – SP, Fone: (82) 98193-1304, marcelo.junior@unesp.br.

² Eng^a Agrônoma, Mestranda em Agricultura e Informações Geoespaciais, Instituto de Ciências Agrárias, Núcleo de Engenharia Agrícola e Engenharia Florestal, UFU, Uberlândia – MG, (34) 98876-3623, agr.andressaclemente@gmail.com.

³ Eng^o Agrônomo, Doutorando em Agronomia (Ciência do Solo), Depto. de Engenharia e Ciências Exatas, Unesp/FCAV, Jaboticabal – SP, Fone: (14) 99672-0095, rafadegraaf@gmail.com.

⁴ Eng^o Agrônomo, Professor Assistente Doutor, Depto. de Engenharia e Ciências Exatas, Unesp/FCAV, Jaboticabal – SP, Fone: (16) 99289-1441, cristiano.zerbato@unesp.br.

⁵ Eng^o Agrônomo, Professor Titular Doutor, Depto. de Engenharia e Ciências Exatas, Unesp/FCAV, Jaboticabal – SP, Fone: (16) 3209-7275, eduardo.furlani@unesp.br.

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

RESUMO: A leitura do índice NDVI traz informações mais precisas sobre o comportamento da cultura do algodão, todavia, os princípios de funcionamento dos sensores espectrais podem sofrer interferência na leitura dos índices mediante condições climáticas, em especial os sensores passivos. Objetivando-se com o trabalho determinar o melhor horário para leitura do NDVI com sensor passivo sub-orbital. A pesquisa foi conduzida na área experimental da Unesp/FCAV, o arranjo experimental foi constituído por 10 leituras do índice NDVI ao longo de 1 dia, em 18 blocos, cada bloco representado por 3 parcelas experimentais. Foi gerada uma análise de regressão e teste de médias (Tukey) para determinação do comportamento das leituras do NDVI. O resultado da pesquisa mostra que as 12:45 H o índice NDVI apresentou o menor valor, representando também relação inversamente proporcional à radiação, ou seja, nos horários de maior irradiância ocorre maior concentração de luz sobre as plantas e menor proporção de nuvens, tornando mais uniforme a incidência de luz na planta e leitura do índice pelo sensor, concluindo que para a cultura do algodão o índice NDVI sofre alterações nos mais diversos horários do dia e no pico de irradiância é determinado o menor valor do índice.

PALAVRAS-CHAVE: Agricultura de Precisão, Mapeamento Aéreo, Sensoriamento Remoto.

TEMPORAL VARIABILITY TO READ THE NDVI INDEX USING THE PASSIVE SUB-ORBITAL SENSOR IN COTTON CROP

ABSTRACT: Reading the NDVI index provides more accurate information on the behavior of cotton cultivation, however, the working principles of spectral sensors may suffer interference in reading the indexes under climatic conditions, especially passive sensors. In order to determine the best time to read the NDVI with a passive sub-orbital sensor. The research was conducted in the experimental area of Unesp/FCAV, the experimental

arrangement consisted of 10 readings of the NDVI index over 1 day, in 18 blocks, each block represented by 3 experimental plots. A regression analysis and media test (Tukey) was generated to determine the behavior of the NDVI index readings. The result of the research shows that at 12:45 H the NDVI index presented the lowest value, also representing an inversely proportional relation to the radiation, that is, in the hours of greatest irradiance there is a greater concentration of light on the plants and a lower proportion of clouds, making more uniform the incidence of light in the plant and reading of the index by the sensor, thus concluding that for the cotton culture the NDVI index undergoes changes at the most different times of the day and at the peak of irradiance the lowest index value is determined.

KEYWORDS: Precision Agriculture, Aerial Mapping, Remote Sense.

INTRODUÇÃO: O uso do sensoriamento remoto (SR) permite analisar variáveis espectrais, fornecendo informações diretas sobre o comportamento das culturas agrícolas, por isso a importância de se medir as variabilidades que afetam o rendimento das culturas (CARVALHO et al. 2002), permitindo administrar as operações de manejo (GOEL et al. 2003). Tais informações são obtidas com uso de sensores capazes de fazer a leitura da reflectância do dossel das plantas. Os sensores são classificados como: terrestres (ex.: GreenSeeker®), aéreo ou sub-orbital (ex.: acoplados em VANTs) e orbitais (ex.: Satélites). E apresentam dois princípios de funcionamento, ativo e passivo. Sensores ativos emitem sua própria energia luminosa, enquanto os sensores passivos somente fazem a detecção da reflectância, necessitando luz solar. Uma das formas de medir índices produtivos, de maneira não destrutiva, é através de sensores aéreos, pois não requer contato direto com a cultura (TUMBO et al. 2002). Os comprimentos de onda que apresentam relação direta com variáveis na planta são as ondas do espectro do vermelho, cuja reflectância é menor em condições de maior quantidade de clorofila (TUCKER, 1979), e ondas do espectro do infravermelho, cuja reflectância é maior quando a planta apresenta crescente acúmulo de matéria seca, utilizados para indicar estresse nutricional ou hídrico, e permite estimar a produtividade e biomassa de diversas culturas (RUIJIAO et al. 2012; SCHADCHINA et al. 1995). Este estudo parte da hipótese que a leitura do índice NDVI realizada com sensor aéreo passivo muda ao longo de um dia em analogia as condições climáticas. Objetivou-se determinar o melhor horário para leitura do índice NDVI com sensor aéreo passivo.

MATERIAL E MÉTODOS: O ensaio foi desenvolvido na área experimental pertencente a Universidade Estadual Paulista – Unesp/FCAV, Jaboticabal, região localizada no interior do estado de São Paulo, representada pelas coordenadas geográficas lat. 20°14'49" S e long. 48°17'07" W com altitude média de 557 metros. O diagrama experimental foi constituído em fatorial 10x18, considerando 10 tratamentos e 18 repetições, os tratamentos resultaram em 10 horários de leitura do NDVI obtido por sensor infravermelho sub-orbital passivo, o horário inicial de leitura se deu as 09:00 H do dia 25 de janeiro de 2020 com término as 18:00 H do mesmo dia, o intervalo entre as leituras foi de 1 hora. Para captura das informações espectrais da cultura do algodão foi necessário acoplar o sensor infravermelho em um VANT. Foi elaborado um plano de voo na área experimental e posteriormente gerado os ortomosáicos para extração do índice NDVI. As imagens espectrais foram processadas pelo software QGIS® para extração dos índices, os índices foram submetidos a análise de regressão e teste de média (Tukey) pelo software RStudio® para determinação da variância na leitura em função dos diferentes horários de leitura do NDVI ao longo de 1 dia na cultura do algodão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: A relação entre o horário de leitura do índice NDVI com sensor sub-orbital passivo respondeu significativamente para a cultura do algodão, apresentando diferença nos valores dos índices em função dos horários de leitura.

TABELA 1. Síntese dos valores de análise de variância e para a variável NDVI e teste de média em função dos horários de voo.

Causas de variação	GL	QM	Teste de média Tukey		
Horário	9	0,00176687***	9	0.902	a
			18	0.897	ab
			17	0.896	ab
			16	0.892	bc
Blocos	17	0,285234***	10	0.889	c
			15	0.886	cd
			14	0.886	cd
Resíduos	153	0,00003964***	11	0.881	cde
			13	0.875	ef
			12	0.871	f
C.V. (%)		0,71			

***: significativo (P<0,001); C.V.: coeficiente de variação.

Os valores do índice de vegetação NDVI se adequaram no ajuste quadrático, apresentando maior valor de leitura (0,9022) as 09:00 H, com o ponto de mínimo (0,8778) as 12:45 H, mediante equação quadrática gerada através dos dados:

$$\text{NDVI} = 0.0015 * H^2 - 0.0408 * H + 1.1552 \quad (1)$$

$$R^2 = 0.6624$$

em que,

H – horário de voo para leitura do índice de vegetação; horas.

A variável NDVI apresentou nos horários de menor radiação solar valores de índice NDVI mais altos, enquanto nos horários de pico de irradiância o índice foi menor. Na figura 1 (A) observa-se o comportamento dos dados do índice NDVI em função dos horários de leitura, logo nota-se que no intervalo entre as 12:00 e 13:00 H estão presentes os menores valores de NDVI. Na figura 1 (B) observa-se a disposição dos dados de radiação em função dos horários de leitura, caracterizando uma relação inversamente proporcional ao comportamento do índice NDVI, ou seja, entre as 12:00 e 13:00 H a irradiância foi maior.

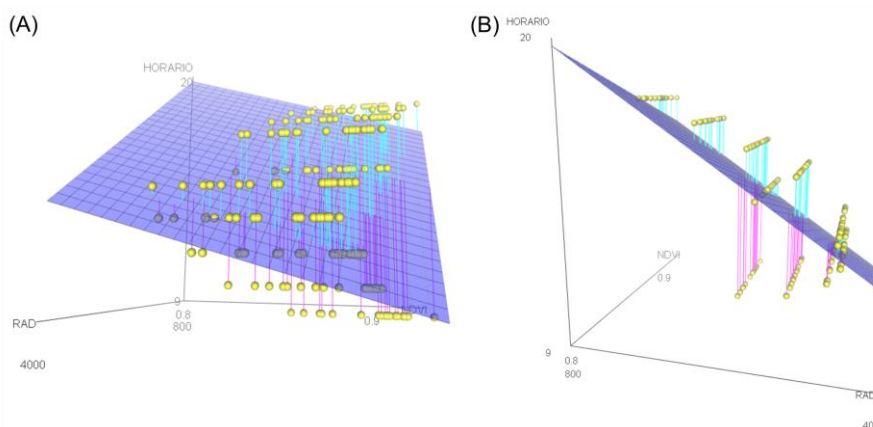


FIGURA 1. Análise de correlação entre os índices NDVI e horários de leitura (A); Análise de correlação entre a radiação solar e horários de leitura (B).

Em resposta aos resultados são diversos os fatores que ocasionam esse tipo de comportamento, principalmente os fatores fisiológicos da planta, em relação ao conteúdo de água (VIGANÓ et al. 2011) e os fatores climáticos, em detrimento a radiação solar e a presença de nuvens. Com uma maior incidência da radiação as plantas posicionam suas folhas de tal forma a receber o mínimo de contato a incidência dos raios solares, assim evitando ao máximo a penetração desses raios o que resulta numa menor perda de água, outro fator é o fechamento dos estômatos. É importante salientar que, em momentos de estresse da planta a reflectância dos índices sofrem alteração (POELKING et al., 2007), em especial aos comprimentos de onda do infravermelho próximo e o vermelho.

CONCLUSÕES: Índice de vegetação NDVI obtido por sensor sub-orbital passivo sofre alteração ao longo do dia. O índice NDVI de uma área deve ser determinado no menor intervalo de tempo possível, para que ocorra o mínimo de variação no índice em função do tempo. Quanto maior a radiação solar, menor é o índice de vegetação NDVI.

REFERÊNCIAS:

CARVALHO, J. R. P.; SILVEIRA, P. M.; VIEIRA, S. R. **Geoestatística na determinação da variabilidade espacial de características químicas do solo sob diferentes preparos.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, DF, v. 37, n. 8, p. 1151-1159, 2002.

GOEL, P.; PRASHER, S.; LANDRY, J.A.; PATEL, R. M.; BONNELL, R.B.; VIAU. A.; MILLER, J. R. **Potential of airborne hyperspectral remote sensing to detect nitrogen deficiency and weed infestation in corn.** Computers and Electronics in Agriculture, Oxford, v. 38, n. 2, p. 99-124, 2003.

RUIJAO, Z.; MINZAN, L.; HONG, S.; YANE, Z.; WEI, Y. **Application of multi-spectral images and remote sensing in precision crop management.** ASABE paper. 9 p. 2012.

SCHADCHINA TM, DMITRIEVA VV. **Leaf chlorophyll content as a possible diagnostic mean for the evaluation of plant nitrogen uptake from the soil.** J Plant Nutr. P, 1995.

TUCKER, C.J. **Red and photographic infrared linear combination for monitoring vegetation.** Rem Sens Environ. n. 8, p. 50-127, 1979.

TUMBO, S. D.; WAGNER, D. G.; HEINEMANN, P. H. **Hyperspectral characteristics of corn plants under different chlorophyll levels.** Transactions of the ASAE, St. Joseph, v. 45, n. 3, p. 815-823, 2002.

VIGANÓ, H. A.; BORGES, E. F.; FRANCA-ROCHA, W. DE J. S. **Análise do desempenho dos Índices de Vegetação NDVI e SAVI a partir de imagem Aster.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 15, 2011, Curitiba: INPE, p.1828, 2011.

POELKING, E. L.; LAUERMANN, A.; DALMOLIN, R. S. D. **Imagens CBERS na geração de NDVI no estudo da dinâmica da vegetação em período de estresse hídrico.** In: Simpósio brasileiro de sensoriamento remoto, 13. Florianópolis: INPE, p. 4145-4150. 2007.