

Interferências metodológicas nos valores de NDVI: Posicionamento do sensor e área amostral

Crusiol, L. G. T.¹; Neiverth, W.²; Rio, A.³; Sibaldelli, R. N. R.⁴; Ferreira, L. C.⁵; Carvalho, J. F. C.⁶; Nepomuceno, A. L.⁷; Neumaier, N.⁷; Farias, J. R. B.⁷

¹Bolsista CNPq/PIBIC, Embrapa Soja, Londrina, Paraná. ²Bolsista CNPq/DTI, Embrapa Soja, Londrina, Paraná. ³Mestrando USP/ESALQ, Embrapa soja, Londrina, Paraná. ⁴Mestrando, UTFPR, Londrina, Paraná. ⁵Pós doutorando/CNPq, Embrapa Soja, Londrina, Paraná. ⁶Pós doutoranda/CAPEs, Embrapa Soja, Londrina, Paraná. ⁷Pesquisador, Embrapa Soja, Londrina, Paraná.

e-mail: luis.crusiol@cnpso.embrapa.br

Introdução

A soja é fator fundamental da dinâmica econômica brasileira, representando 45%, do total de 82,06 milhões de toneladas de grãos produzidos na safra 2012/2013 (CONAB, 2013). Devido a sua importância, justifica-se o uso de tecnologias que possibilitem um melhor gerenciamento da lavoura da oleaginosa. Neste sentido, o sensoriamento remoto traz grandes contribuições.

O sensoriamento remoto baseia-se no princípio de aquisição de informações sobre um determinado objeto sem a necessidade de contato direto com ele, interpretando-se, para tanto, a interação da radiação eletromagnética com o objeto em questão. Assim, há a otimização das coletas de dados, uma vez que o tempo de levantamento de informações é reduzido, além do fato de que os métodos de coleta não necessitam de destruição das amostras de plantas.

Uma das principais informações providas pelo sensoriamento remoto são os índices de vegetação, sendo o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), proposto por Rouse et al. (1973) um dos mais utilizados.

A aquisição de produtos do sensoriamento remoto ocorre em diferentes níveis: Orbital, suborbital e terrestre. Em nível orbital, por meio de satélites, as informações obtidas estão sujeitas à grande interferência atmosférica e têm melhor utilidade para o monitoramento de grandes áreas. Contudo, o sensoriamento remoto em nível terrestre permite reduzir as interferências atmosféricas nos resultados, além de permitir estudos de objetos de menor extensão territorial (Moraes, 2002).

Deste modo, sensores remotos portáteis, passíveis de serem utilizados em laboratório ou em condições de campo, têm sido utilizados com maior frequência, sobretudo na pesquisa agrícola. Isso porque as áreas de estudo são, muitas vezes, de tamanho reduzido e há necessidade de grande tomada de informações ao longo do ciclo de desenvolvimento de uma cultura, podendo-se obter informações sem a dependência de um sensor orbital.

Em pesquisas com soja, uma dificuldade existente na coleta de dados está no caminhamento no interior das parcelas experimentais com as plantas em estádios fenológicos mais tardios. Assim, em algumas coletas pode-se causar danos mecânicos às plantas, comprometendo e mascarando os resultados da pesquisa, além de dificultar a operação do sensor.

Embora exista ampla utilização de sensores remotos em nível terrestre e das dificuldades encontradas na coleta de dados, há uma escassez de metodologias específicas quanto à utilização de tais sensores em determinadas condições, levando-se em conta a altura de

posicionamento do sensor bem como a determinação da dimensão da área amostral. Deste modo, os dados obtidos estão sujeitos a uma interpretação errônea, comprometendo os resultados finais.

O horário de mensuração de NDVI interfere de forma decisiva nos resultados obtidos. Crusiol et al. (2012) constataram que em um mesmo dia a variação do referido índice pode chegar a 25%. Trabalhando com feijão, Ferraz et al. (2007) mostraram que o ângulo de visada do sensor em relação ao dossel, sobretudo nos estádios fenológicos iniciais da cultura, interfere nos valores de NDVI obtidos.

Assim, o presente trabalho teve por objetivo estabelecer uma metodologia específica quanto ao posicionamento do sensor e a determinação da dimensão da área amostral para obtenção de leituras de NDVI.

Material e métodos

A coleta de dados foi realizada em dois diferentes experimentos da Embrapa Soja, no município de Londrina – PR, na safra 2012/2013, cultivados com soja.

As leituras de NDVI foram realizadas com o equipamento *GreenSeeker*® 505 Handheld Sensor, fabricado pela *Ntech Industries, Inc*, sensor ativo, que calcula o NDVI a partir da equação $NDVI = (\rho_{ivp} - \rho_v) / (\rho_{ivp} + \rho_v)$, onde ρ_{ivp} é a reflectância no infravermelho próximo (0,725-1,1 μm) e v é a reflectância no vermelho (0,58-0,68 μm).

Estabeleceu-se o horário de coleta às 09 horas, buscando-se eliminar a interferência das variações diárias de NDVI (Crusiol et al., 2012).

As leituras de NDVI em diferentes alturas foram realizadas no experimento “A”, enquanto as leituras relacionadas à dimensão da área de amostragem foram realizadas no experimento “B”. As condições de cultivo e manejo seguiram as recomendações técnicas da Embrapa Soja (Embrapa, 2010).

Em relação à dimensão da área de amostragem, realizou-se a coleta de dados variando o comprimento da caminhada com o equipamento, isto é, a leitura foi realizada pelo equipamento enquanto se caminhava entre as linhas das parcelas de soja. Assim, a variação de área de amostragem se deu com a variação do comprimento da caminhada.

Em cada um dos experimentos realizaram-se leituras em sete parcelas aleatórias, evitando-se comparações entre tratamentos e materiais, buscando-se evidenciar a interferência da altura do sensor e do tamanho da amostra dentro de uma mesma parcela.

Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$) através do programa computacional Sisvar®, versão 5.3.

Resultados e discussão

Os valores de NDVI medidos com o sensor posicionado em diferentes alturas em relação ao topo do dossel encontram-se apresentados na Figura 1.

Os valores de NDVI obtidos permitiram verificar que há grande variação numérica dos resultados de acordo com a altura do posicionamento do sensor em relação ao topo do dossel.

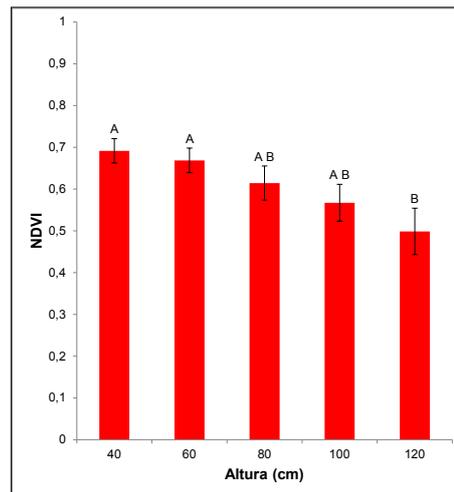


Figura 1. Gráfico de valores de NDVI medidos com o sensor posicionado em diferentes alturas (cm) em relação ao topo do dossel.

Todas as parcelas, com exceção da parcela A aos 80 cm, apresentaram declínio do NDVI conforme o aumento da altura (Figura 2).

Com os resultados dos testes estatísticos observou-se que no grupo de altura 40, 60, 80 e 100 cm não há diferença significativa, bem como no grupo de alturas 80, 100 e 120 cm (Figura 1). Somente a altura 120 cm difere da faixa de altura 40 e 60 cm. Entretanto, mesmo com ausência de resposta estatística dos dados, ressalta-se a grande diferença numérica nos valores de NDVI obtidos (Figura 2).

Um comportamento numérico geral dos dados foi observado quanto ao aumento da altura do posicionamento do sensor e os valores de NDVI (Figura 2), de modo que quanto maior a distância entre o sensor e as plantas, menor foi o NDVI obtido. Conforme observado na Figura 2, a variação numérica dos valores foi bastante pronunciada na parcela F, onde o NDVI medido a 40 cm do topo do dossel, 0,653, foi aproximadamente 80% superior ao medido a 120 cm, 0,363.

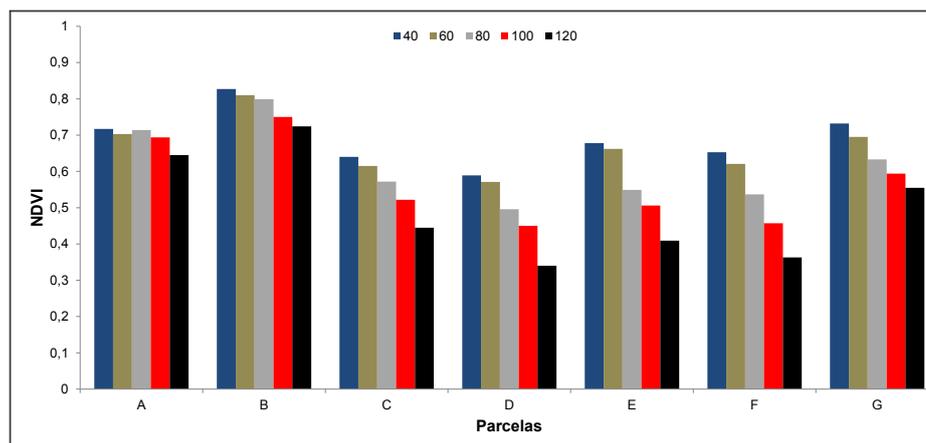


Figura 2. Gráfico de valores de NDVI medidos em diferentes alturas (cm) nas sete parcelas do experimento "A".

Visto a grande variabilidade dos dados frente à forma de coleta de NDVI, é válido analisar tal variação dentro da faixa de altura recomendada pelo fabricante, seguida por grande parte dos operadores do equipamento utilizado neste experimento, bem como de equipamentos similares. O fabricante recomenda que as leituras sejam realizadas entre 80 e 120 cm do topo do dossel. Nessa faixa de altura não houve diferença significativa entre os valores de NDVI. Entretanto, para todas as parcelas analisadas no presente estudo, houve expressiva diferença numérica dos valores obtidos, sendo a variação nos valores de NDVI superior a 10% na faixa de

altura recomendada pelo fabricante. Neste sentido as leituras realizadas a 80 cm apresentaram valores sempre numericamente superiores às realizadas a 120 cm.

Sendo assim, tais variações numéricas podem comprometer os resultados finais, uma vez que podem esconder o real padrão de absorção e reflexão da radiação por parte da planta. A interferência nos resultados pode ser ainda maior se as leituras de um mesmo experimento forem realizadas a diferentes alturas na mesma ocasião ou ao longo do ciclo de desenvolvimento da cultura.

Os valores de NDVI medidos em diferentes áreas amostrais estão dispostos na Figura 3, e o detalhamento das barras de erro padrão na Figura 4. Estas áreas representam a caminhada por uma entrelinha de soja por toda a parcela, caminhada em uma das extremidades da parcela e na outra extremidade. Observou-se a partir dos dados obtidos e dos testes estatísticos realizados que há pequena variação numérica nos valores de NDVI medidos em áreas amostrais diferentes, sendo os resultados estatisticamente semelhantes. O *GreenSeeker*® 505 Handheld Sensor, assim como outros sensores similares, faz leituras em forma de varredura, sendo que para o referido equipamento são realizadas 10 leituras de NDVI por segundo. Assim, ao longo de uma caminhada durante a coleta dos dados, são realizadas dezenas de leituras de NDVI, calculando-se ao final sua média, que expressa a condição da referida área.

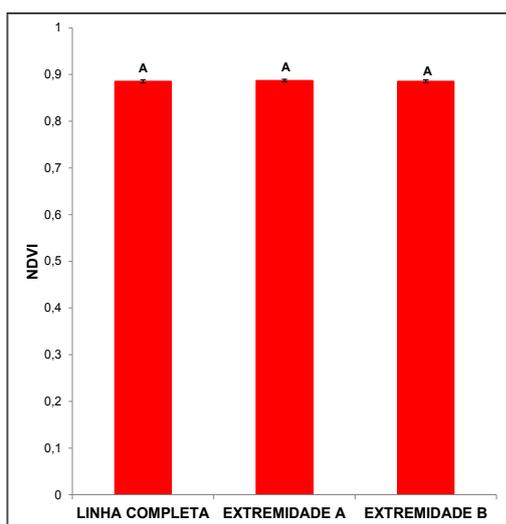


Figura 3. Gráfico de valores de NDVI medidos em diferentes áreas amostrais.

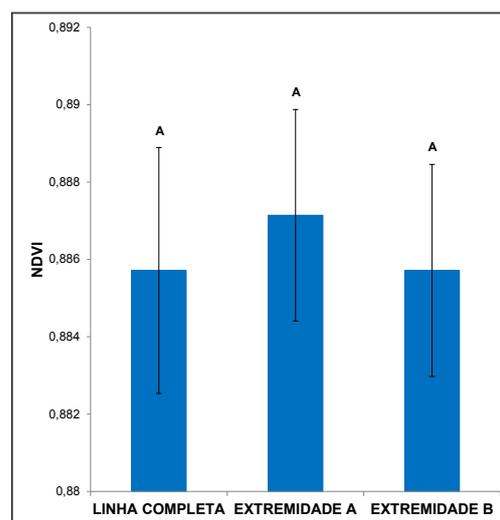


Figura 4. Detalhe da Figura 3 de valores de NDVI medidos em diferentes áreas amostrais.

Observou-se pequena diferença nos valores de NDVI. Tais variações de NDVI de acordo com o local amostral eram esperadas, uma vez que, mesmo em condições experimentais controladas, raramente se obtém uma parcela homogênea, devido a diversos fatores.

Se no início do ciclo de desenvolvimento de uma cultura as leituras forem realizadas ao longo da linha completa e no restante do ciclo somente em uma das extremidades, não haverá interferência nos resultados finais. Isso porque, como já destacado, os valores de NDVI obtidos nas extremidades são muito próximos aos da linha completa, não comprometendo os resultados. Em áreas onde há controle das condições experimentais, a mensuração de NDVI em uma das extremidades da parcela evita danos mecânicos às plantas, pois o operador do sensor não tem a necessidade de caminhar ao longo da parcela. Contudo, se numa mesma data, em determinadas parcelas as leituras forem realizadas ao longo da linha completa e em outras as leituras forem realizadas somente em uma das extremidades, poderá haver diferenças nos resultados.

É de extrema importância que a distância de caminamento em uma das extremidades seja constante para todas as leituras. Sendo assim, é necessário que em um determinado experimento as leituras de NDVI sigam sempre uma mesma metodologia de maneira adequada.

Conclusões

É necessário o estabelecimento de uma altura fixa do posicionamento do sensor em relação ao topo do dossel ao longo de todo o ciclo da cultura, evitando-se distorções numéricas nos resultados e possibilitando-se, assim, leituras de NDVI fidedignas e comparáveis.

Leituras de NDVI realizadas com o sensor posicionado em diferentes alturas do topo do dossel apresentam resultados numéricos com alta variação, mesmo sendo considerados estatisticamente semelhantes.

A leitura de NDVI realizada sempre em uma das extremidades da parcela amostral permite a obtenção de dados verdadeiros, evitando-se danos mecânicos às plantas e possibilitando a otimização das coletas.

As leituras de NDVI podem ser realizadas ao longo da linha completa de uma parcela amostral em estádios iniciais do desenvolvimento das plantas e em uma das extremidades em estádios avançados de desenvolvimento, sem interferência nos resultados finais, desde que o padrão de leitura seja o mesmo para a data de coleta e em todas as parcelas amostrais.

Referências

- FERRAZ, P.; ANGULO FILHO, R.; PIEDADE, S. M. S.; MONTEIRO, R. O. C. Influência do ângulo de visada na resposta espectral da cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13. (SBSR), 2007, Florianópolis. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2007. p. 6335-6342. CD-ROM, On-line. ISBN 978-85-17-00031-7. Disponível em: <<http://urlib.net/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.06.13.21>>. Acesso em: 10 abr. 2013.
- CRUSIOL, L. G. T.; CARVALHO, J. F. C.; SIBALDELLI, R. N. R.; PROCÓPIO, S. O.; NEUMAIER, N.; NEPOMUCENO, A. L.; MARCELINO-GUIMARÃES, F. C.; FARIAS, J. R. B. Influência do horário das medições nos valores de NDVI. In: VI Congresso Brasileiro de soja. Cuiabá, 2012. **Resumos...** Brasília: Embrapa, 2012. Artigos, p. 82. ISBN 978-85-7035-056-5. Disponível em <http://www.cbsoja.com.br/anais/trabalhos/127_s323.pdf>
- CONAB. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos, sexto levantamento, março 2013**/ Companhia Nacional de Abastecimento – Brasília: Conab, 2013. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/>>. Acesso em: 18 Mar. 2013.
- MORAES, E. C. de. **Fundamentos de sensoriamento remoto**. Capítulo 1. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São José dos Campos, 2002.
- ROUSE, J. W.; HAAS, R. H.; SCHELL, J. A.; DEERING, D. W. Monitoring vegetation systems in the great plains with erts. In: EarthResourcesTechnologySatellite-1 Symposium, 3, 1973, Washington, D. C. **Proceedings...** Washington, D. C.: NASA. Goddard Space Flight Center, 1973, v. 1, p. 309-317. (NASA SP-351).