

## Influência do horário das medições nos valores de NDVI.

Influence of the time of measuring in the NDVI values.

CRUSIOL, L.G.T.<sup>1</sup>; CARVALHO, J.F.C.<sup>2</sup>; SIBALDELLI, R.N.R.<sup>3</sup>; PROCÓPIO, S.O.<sup>4</sup>;  
MARCELINO-GUIMARÃES, F.C.<sup>4</sup>; NEUMAIER, N.<sup>4</sup>; NEPOMUCENO, A.L.<sup>4</sup>; FARIAS, J.R.B.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Bolsista CNPq/PIBIC, Embrapa Soja, Londrina, PR; e-mail: [luis.crusiol@cnpsa.embrapa.br](mailto:luis.crusiol@cnpsa.embrapa.br)

<sup>2</sup> Pós doutoranda/CAPES, Embrapa Soja, Londrina, PR;

<sup>3</sup> Técnico do Laboratório de Agrometeorologia, Embrapa Soja, Londrina, PR;

<sup>4</sup> Pesquisador Embrapa Soja, Londrina, PR;

### Resumo

O NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) é um índice de vegetação que tem relação direta com as características biofísicas da planta. Buscou-se no presente trabalho comparar valores de NDVI obtidos em três diferentes horários 09, 12 e 15 horas medidos em dois experimentos com diferentes cultivares de soja, em diferentes arranjos espaciais no campo. As cultivares utilizadas foram: BRS 294RR e BRS 359RR em arranjos normal e cruzado, e BRS 294RR e BMX TURBO, com entrelinhas de 19 cm, 38 cm e linhas duplas de 19x38 cm. Observou-se que o NDVI coletado às 09 horas foi sempre superior ao coletado nos demais horários ao passo que o NDVI coletado às 12 horas foi de modo geral, inferior aos demais horários. O valor de NDVI coletado às 15 horas foi influenciado pelo estágio de desenvolvimento da planta, de modo que, nas primeiras datas de coleta ele pouco se altera, porém nas datas finais sofre grande alteração. A partir dos dados obtidos fica demonstrado que é preciso o estabelecimento de um horário fixo para as coletas de NDVI por meio do *GreenSeeker®*, afim de que os valores obtidos possam verdadeiramente refletir as diferenças entre os tratamentos e não variações devido à medições em diferentes horários.

### Introdução

Os produtos de sensoriamento remoto vêm ganhando nas últimas décadas grande importância na obtenção de diversas informações a respeito dos objetos de estudo. Para a agricultura, resultam de tais informações, índices de vegetação, que tem importância fundamental devido à sua relação com as características biofísicas da planta.

Para a obtenção de dados precisos com a utilização de sensores são comumente usados satélites. Uma das principais informações obtidas por esses sensores é o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) (ROUSE et al., 1973). Contudo, há outro meio de se obter tal índice, ou seja, utilizando-se o *GreenSeeker® 505 HandHeld Sensor*, que é um aparelho portátil equipado com um sensor ativo e não imageador capaz de calcular o referido índice. Desse modo podem ser feitas análises mais detalhadas de áreas de estudo, eliminando-se atenuações da atmosfera, e obtendo-se informações metro a metro sobre a vegetação em questão.

O NDVI consiste no cálculo da diferença entre emissão e reflexão de dois comprimentos de onda do espectro eletromagnético: Infravermelho próximo (0,725-1,1 µm) e Vermelho (0,58-0,68µm) (ROUSE et al., 1973), e seu valor varia de -1 a 1, de acordo com a fórmula:  $NDVI = \frac{(pivp - pv)}{(pivp + pv)}$ , onde pivp é a reflectância no infravermelho próximo; pv é a reflectância no vermelho. (POELKING et al., 2007)

À medida que a intensidade do verde e a cobertura vegetal aumentam o NDVI também aumenta (LIRA et al., 2009). Isso porque a vegetação tende a refletir esses dois comprimentos de onda de forma diferenciada para cada condição fisiológica da planta. De acordo com SILVA et al. (2007), valores maiores de NDVI estão associados à vegetação vigorosa.

O objetivo deste trabalho é demonstrar a importância do horário de coleta do NDVI utilizando-se dois experimentos previamente instalados com a cultura da soja.

## Material e Métodos

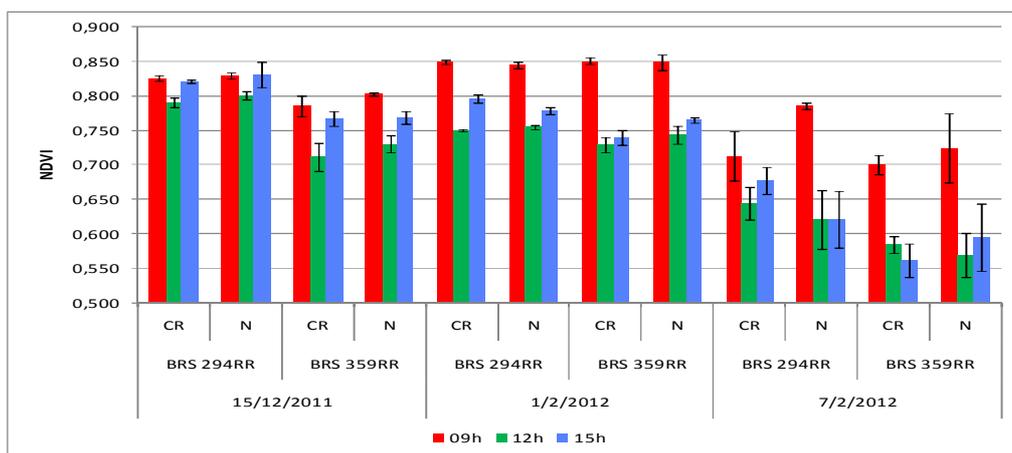
O desenvolvimento deste estudo ocorreu nos laboratórios de Ecofisiologia e Agrometeorologia e nos campos experimentais da Embrapa Soja, localizada no município de Londrina-PR a uma latitude de 23°11' S, longitude de 51°11' W e 630m de altitude, durante a safra 2011/2012. Para tanto foram coletados dados de NDVI com a utilização de um aparelho *GreenSeeker® 505 HandHeld Sensor*, fabricado pela *NTech Industries, Inc.* As coletas de NDVI foram realizadas em dois experimentos diferentes nos horários de 09, 12 e 15 horas. Ambos experimentos foram conduzidos seguindo as recomendações de cultivo da Embrapa Soja num delineamento de blocos ao acaso com três blocos.

O primeiro experimento constituiu-se de plantio de soja em linhas normais (linhas paralelas espaçadas em 40 cm) e linhas cruzadas (linhas paralelas espaçadas em 40 cm e linhas perpendiculares às linhas de plantio também espaçadas em 40 cm), foi realizado com duas cultivares diferentes: BRS 294RR, de crescimento determinado e BRS 359RR de crescimento indeterminado, e a data de semeadura foi 19/10/2011. Cada parcela media 4,8 metros de largura e 8 metros de comprimento. As datas de coleta foram: 15/12/2011, 01/02/2012 e 07/02/2012. No segundo experimento a data de semeadura foi 11/11/2011, os espaçamentos entre linhas foram de 19 cm, 38 cm, linhas duplas de 19 cm entre si espaçadas em 38 cm. Para este experimento utilizou-se novamente a cultivar BRS 294RR, de crescimento determinado, e a cultivar BMX Turbo, de crescimento indeterminado. Cada parcela media 6 metros de largura e 6 metros de comprimento. As coletas foram realizadas nas datas de 16/12/2011, 31/01/2012 e 17/02/2012.

Todas as coletas foram realizadas em dias de céu limpo, e seguindo as recomendações do fabricante todas as coletas foram realizadas com o sensor a uma altura de 80 a 120 cm do topo do dossel das plantas.

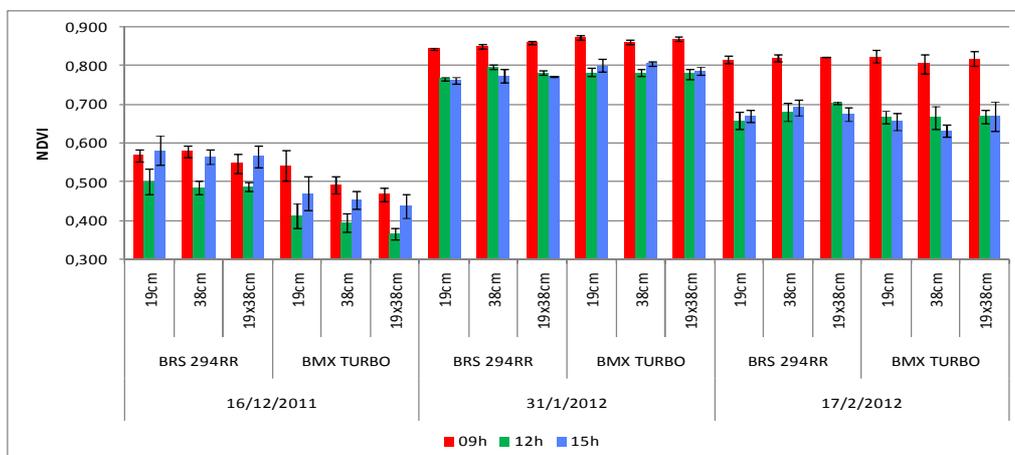
## Resultados e Discussão

As coletas realizadas às 12 horas apresentam NDVI muito inferior às coletas das 09 horas (Figura 1 e 2). É possível notar, também, que os valores de NDVI coletados às 09 horas são, de modo geral, superiores aos coletados às 15 horas, sendo que quanto maior o desenvolvimento da planta maior a diferença de NDVI entre os dois horários. Os valores obtidos na coleta das 15 horas se apresentam como intermediários entre os valores das 09 e 12 horas nas primeiras datas de coleta, e muito próximos dos valores coletados às 12 horas nas últimas datas de coleta, podendo ser inferior a este, acompanhando o crescimento da planta.



**Figura 1.** Valores de NDVI para o plantio em linhas normais (N) e linhas cruzadas (CR) para as cultivares BRS 294RR e BRS 359RR nas três datas de coleta e nos três horários. Barras de erros correspondem ao erro padrão da média.

Se tomarmos como exemplo as coletas de NDVI realizadas no dia 16 de dezembro com a cultivar BMX Turbo (Figura 2), nos três tratamentos, a não regularidade nos horários de coletas impediria a visualização do comportamento do NDVI para cada espaçamento.



**Figura 2.** Valores de NDVI para espaçamento entrelinhas de 19 cm, 38 cm e linhas duplas de 19x38 cm, para as cultivares BRS 294RR e BMX TURBO nas três datas de coleta e nos três horários. Barras de erros correspondem ao erro padrão da média.

Supondo que no referido dia, a coleta nas parcelas de espaçamento entre linhas 38 cm fosse realizada às 09 horas e as coletas nas demais parcelas fossem realizadas às 15 horas, as diferenças no NDVI não seriam maiores que 0,020. Contudo, se todas as coletas fossem realizadas às 09 horas a diferença do NDVI entre os tratamentos chegaria a 0,074. Casos as mesmas coletas ocorressem às 12 horas o NDVI dos tratamentos não apresentaria diferença superior a 0,047, e se todas as coletas tivessem ocorrido às 15 horas a diferença seria de 0,033. Desse modo, a detecção da diferença do NDVI entre os tratamentos estudados seria impossibilitada, ou realizada de forma errônea. Nesta data, para o espaçamento entrelinhas de 19x38 cm o NDVI coletado às 09 horas foi 28% superior ao coletado às 12 horas.

Outra interferência do horário de coleta nos NDVIs obtidos está na cultivar BRS 359 RR de linhas normais (Figura 1), nas coletas realizadas nos dias 15 de dezembro de 2011 e 01 de fevereiro de 2012. Entre essas datas houve aumento do NDVI nas coletas realizadas às 09 horas e às 12 horas, e redução do NDVI nas coletas das 15 horas. Suponhamos que a coleta do NDVI do dia 15 de dezembro de 2011 fosse realizada às 09 horas, o índice obtido seria 0,803. Esse valor aumentaria para 0,849 na coleta do dia 01 de fevereiro de 2012 caso o horário de coleta fosse mantido. Porém, se a coleta da segunda data ocorresse às 12 horas haveria redução do NDVI para 0,744. Desse modo, os valores de NDVI apontariam resultados extremamente divergentes: aumento ou redução no NDVI. Se para o primeiro resultado o aumento seria de 5,7%, para o segundo a redução seria de 7,3%.

Os resultados da última data de coleta de NDVI no experimento de linhas duplas, 17 de fevereiro de 2012 (Figura 2), seguiram a mesma tendência dos resultados obtidos anteriormente. Nesta data o NDVI coletado às 09 horas foi superior ao das 15 horas, que por sua vez ficou muito próximo do NDVI coletado às 12 horas, devido ao grau de desenvolvimento da planta. Nesta data foram obtidas grandes diferenças de NDVI nos três horários de coleta com a cultivar BMX Turbo, de espaçamento entre linhas de 19 cm. O NDVI coletado às 09 horas, 0,825, foi mais de 25% superior ao coletado às 15 horas, 0,656.

A variação do NDVI ao longo do dia, para cada cultivar e para cada tratamento estudados, ocorre devido à diversos fatores que interferem na refletância de cada planta. Dentre esses fatores destacam-se, de acordo com NOVO (2008), citado por VIGANÓ et al. (2011), a posição das folhas, a arquitetura do dossel, o substrato, características químicas das folhas e o conteúdo de água.

Como o presente trabalho busca mostrar a variação do NDVI, para uma mesma cultura e mesmo tratamento ao longo do dia, fatores como arquitetura do dossel e substrato não são relevantes, uma vez que não se alteram no período entre as três coletas diárias.

A posição das folhas é relevante, pois ao longo do dia a planta tende a evitar a interceptação da radiação solar posicionando suas folhas paralelamente aos raios solares (Paraheliotropismo), visando menor perda de água. Assim, devido à inclinação do sol, a cobertura vegetal do solo é menor às 12 horas, e maior às 09 horas, sendo intermediária às 15 horas. Logo, a reflexão de luz pela planta segue a mesma tendência, bem como a captação da reflexão do vermelho e infravermelho próximo pelo *GreenSeeker*®. Outro fator relevante, e que ocorre concomitantemente ao apresentado anteriormente, é a presença de água. Ao longo do dia ocorrem variações no conteúdo de água na planta devido a variações na abertura e fechamento estomatal. Em plantas estressadas a reflexão do vermelho é maior, pois a planta deixa de absorvê-lo buscando menor atividade interna e menor consumo de água. Estas mesmas plantas absorvem mais o infravermelho próximo, diminuindo assim sua reflexão. Com este comportamento de reflexão o NDVI é alterado (POELKING et al., 2007).

### Conclusões

- O NDVI coletado às 09 horas é sempre superior ao coletado às 12 e 15 horas.
- É preciso estabelecer uma metodologia específica quanto aos horários de coleta de NDVI. Isso permitirá obter dados mais precisos sobre os objetos de estudo.
- A variação de NDVI, quando coletado às 15 horas, é proporcional ao crescimento da planta.
- A diferença de NDVI coletado num mesmo dia pode ser superior à 25%.

### Referências

LIRA, V. M. de; SILVA; B.B. da; DANTAS NETO, J.; FARIAS, M. S. S. de; BEZERRA, M. V. C.; FRANCO, E. S.; CENTERO, C. R. M. Análise espectral de índice de vegetação em área irrigada com cana. **Engenharia Ambiental**- Espírito Santo do Pinhal, v. 6, n. 1, p. 113-120, jan/abr 2009.

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., 2007, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: INPE, 21-26 de abril de 2007, p. 4145-4150.

ROUSE, J. W.; HAAS, R. H.; SCHELL, J. A.; DEERING, D. W. Monitoring vegetation systems in the great plains with erts. In: EARTH RESOURCES TECHNOLOGY SATELLITE-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).

SILVA, M. R.; RIBEIRO, M. G.; CENTERO, J. A. S. Monitoramento de estiagens com imagens MODIS. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13, 2007, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: INPE, 21-26 abril 2007, p. 6229-6236.

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. **Anais...** Curitiba: INPE, 30 de abril a 05 de maio de 2011, p.1828.