



## NDVI E IMAGEM TERMAL OBTIDOS POR VANT APLICADOS AO MONITORAMENTO DA CONDIÇÃO HÍDRICA DA CULTURA DA SOJA

CRUSIOL, L.G.T.<sup>1</sup>; NANNI, M.R.<sup>1</sup>; FURLANETTO, R.H.<sup>1</sup>; SIBALDELLI, R.N.R.<sup>2</sup>; MERTZ-HENNING, L.M.<sup>3</sup>; NEPOMUCENO, A.L.<sup>3</sup>; NEUMAIER, N.<sup>3</sup>; FARIAS, J. R. B.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual de Maringá, Programa de Pós Graduação em Agronomia, \*luiscrusiol@gmail.com; <sup>2</sup>Matemático, Especialista em Estatística, Londrina – PR; <sup>3</sup>Embrapa Soja, Londrina – PR.

O Brasil destaca-se mundialmente como um dos maiores produtores de soja, sendo que para a safra 2017/2018 estima-se que a produção de soja supere 111 milhões de toneladas (CONAB, 2018). Entretanto, a produção nacional de soja é constantemente afetada por períodos de seca, o que pode causar elevadas perdas de produtividade (FARIAS et al., 2001). Entre as safras 1976/77 e 2013/14 as perdas financeiras no Brasil decorrentes da ocorrência de seca no período de produção de soja totalizaram mais de 79 bilhões de dólares (FERREIRA, 2017).

Diante deste cenário, o sensoriamento remoto apresenta elevado potencial para o monitoramento das condições hídricas dos cultivos agrícolas, configurando-se em avaliações de baixo custo, de forma rápida e não destrutiva. Assim, sensores aerotransportados, como câmeras visível, infravermelho e termal acopladas a VANT (veículo aéreo não tripulado) permitem avaliar a condição hídrica da cultura da soja, possibilitando melhor manejo e tomada de decisões em relação às práticas culturais.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o uso de sensores remotos aerotransportados (câmeras visível, infravermelho e termal acopladas a VANT) para o monitoramento da condição hídrica da cultura da soja.

O experimento foi conduzido nos campos experimentais da Embrapa Soja, localizada no município de Londrina – PR, na safra 2016/2017 e as condições de cultivo seguiram as recomendações da Embrapa Soja. Utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso com parcelas subdivididas. Nas subparcelas foram avaliadas cultivares de soja convencionais e linhagens geneticamente modificadas (GM) para tolerância à seca. Nas parcelas, foram avaliadas diferentes níveis de disponibilidade hídrica: irrigado (IRR), não irrigado (NIRR) e déficit hídrico no período vegetativo (DHV) e no período reprodutivo (DHR). As parcelas DHV e DHR foram instaladas sob abrigos móveis, programados para fecharem (ou no período vegetativo ou reprodutivo, respectivamente) sempre que ocorressem precipitações pluviométricas superiores a 0,1 mm dentro da área experimental. Os níveis a campo (IRR e NIRR) foram avaliados em quatro repetições e os níveis sob abrigos móveis (DHV e DHR) em seis repetições.

A semeadura ocorreu no dia 19 de outubro de 2016 e a indução do déficit hídrico no período vegetativo se deu a partir do dia 25 de novembro de 2016 até o momento do florescimento (12 de dezembro de 2016). A partir de então, iniciou-se o déficit hídrico no período reprodutivo, permanecendo até a colheita. Os dados espectrais discutidos no presente trabalho foram coletados aos 44 dias após a semeadura (DAS).

Com uso de veículo aéreo não tripulado – VANT – modelo Tarot Iron Man 1000, equipado com oito motores (octocóptero), realizou-se o aeroimageamento das parcelas experimentais. Ao VANT foram acopladas duas câmeras digitais multiespectrais Fujifilm EXR S200, sensíveis à radiação do espectro visível (Vis) e infravermelho próximo (NIR). A aquisição e processamento de imagens multiespectrais se deram de acordo com a metodologia utilizada por Crusiol et al. (2017b). Assim, a partir das referidas imagens foi calculado o NDVI, sendo gerada uma nova imagem.

Juntamente com as câmeras Vis/NIR, acoplou-se ao VANT uma câmera termal Diy – Thermocam, sensível a temperaturas entre -40 e 200 °C com acurácia de 0,5°C. Dessa forma, foram avaliadas as temperaturas do dossel dos tratamentos IRR, NIRR,



DHV e DHR em relação à temperatura do ar, registrada pela estação meteorológica instalada no interior da área experimental.

Na figura 1 está apresentada a imagem NDVI, gerada a partir de imagem visível e infravermelho obtidas por VANT. É possível observar que as parcelas do tratamento irrigado (IRR), as quais receberam 14,4 mm de irrigação além da precipitação pluviométrica, apresentaram os maiores valores de NDVI. Já as parcelas dos tratamentos não irrigado (NIRR) e déficit hídrico no período reprodutivo (DHR), as quais receberam água de precipitação pluviométrica até a data das leituras, apresentaram valores intermediários, sendo que os menores valores de NDVI foram observados nas parcelas do tratamento déficit hídrico no período vegetativo (DHV), as quais estavam com total restrição hídrica, tendo deixado de receber 46,1 mm de precipitação pluviométrica.

A imagem termal, obtida por VANT, apresentada na figura 2, demonstra que plantas submetidas à maior disponibilidade hídrica (IRR) apresentaram as menores temperaturas do dossel. Já plantas que receberam apenas precipitação pluviométrica (NIRR e DHR) apresentaram temperaturas intermediárias, sendo que aquelas submetidas ao déficit hídrico (DHV) apresentaram as maiores temperaturas do dossel. Destaca-se que no momento do imageamento termal as plantas do tratamento DHV apresentaram temperatura superior à temperatura do ar, o que é um indicativo da ocorrência do déficit hídrico (CARVALHO et al., 2015).

Esses resultados corroboram com as discussões de Crusiol et al. (2017a) onde os autores demonstram que maiores valores de NDVI e menores temperaturas foliares são observados para plantas sob melhor disponibilidade hídrica, ao passo que plantas submetidas ao déficit hídrico tendem a apresentar menores valores de NDVI e maiores temperaturas foliares.

Conclui-se que os sensores utilizados, como câmera visível, infravermelho e termal, apresentam elevado potencial para o monitoramento das condições do cultivo de soja, indicando a possível ocorrência de déficit hídrico. Além disso, a utilização de VANTs como plataforma de aquisição de dados espectrais permite que áreas de grandes extensões sejam imageadas em curto espaço de tempo, permitindo rápida tomada de decisões em relação às práticas culturais.

## Referências

- CARVALHO, J. de F. C.; CRUSIOL, L. G. T.; PERINI, L. JR.; SIBALDELLI, R. N. R.; FERREIRA, L. C.; MARCELINO-GUIMARÃES, F. C.; NEPONUCENO, A. L.; NEUMAIER, N.; FARIAS, J. R. B. Phenotyping soybeans for drought responses using remote sensing techniques and non-destructive physiological analysis. **Global Science And Technology**, v. 8, n. 2, p. 1-16, 2015)
- CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. (2017) Acompanhamento da safra brasileira de grãos, quinto levantamento, safra 2017/18. Brasília: **Conab**, fevereiro, 2018. 140 p.
- CRUSIOL, L. G. T.; CARVALHO, J. de F. C.; SIBALDELLI, R. N. R.; NEIVERTH, W.; RIO, A. do; FERREIRA, L. C.; PROCÓPIO, S. de O.; MERTZ-HENNING, L. M.; NEPONUCENO, A. L.; NEUMAIER, N.; FARIAS, J. R. B. NDVI variation according to the time of measurement, sampling size, positioning of sensor and water regime in different soybean cultivars. **Precision Agriculture**, v. 18, p. 470-490, 2017.
- CRUSIOL, L. G. T.; NANNI, M. R.; SILVA, G. F. C.; FURLANETTO, R. H.; GUALBERTO, A. A. da S.; GASPAROTTO, A. de C.; PAULA de M. N. Semi professional digital camera calibration techniques for Vis/NIR spectral data acquisition from an unmanned aerial vehicle. **International Journal of Remote Sensing**, v. 38, n. 8-10, p. 2717-2736, 2017.



FARIAS, J. R. B.; ASSAD, E. D.; ALMEIDA, I. R. de; EVANGELISTA, B. A.; LAZZAROTTO, C.; NEUMAIER, N.; NEPOMUCENO, A. L. Caracterização de risco de déficit hídrico nas regiões produtoras de soja no Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v, 9, n. 3, p. 415-421, 2001.

FERREIRA, R. C. Quantificação das perdas por seca na cultura da soja no Brasil (2017), 102f. **Tese** (Doutorado em Agronomia) – Universidade estadual de Londrina (UEL).

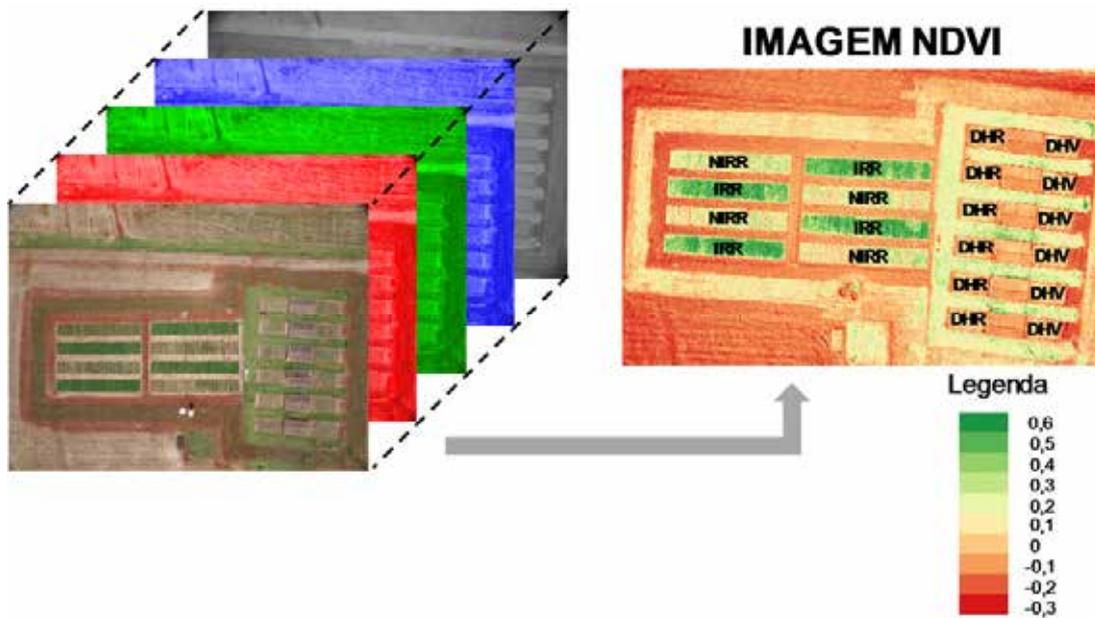


Figura 1. Imagem Vis/NIR (à esquerda) e NDVI (à direita) obtidas por meio de VANT.

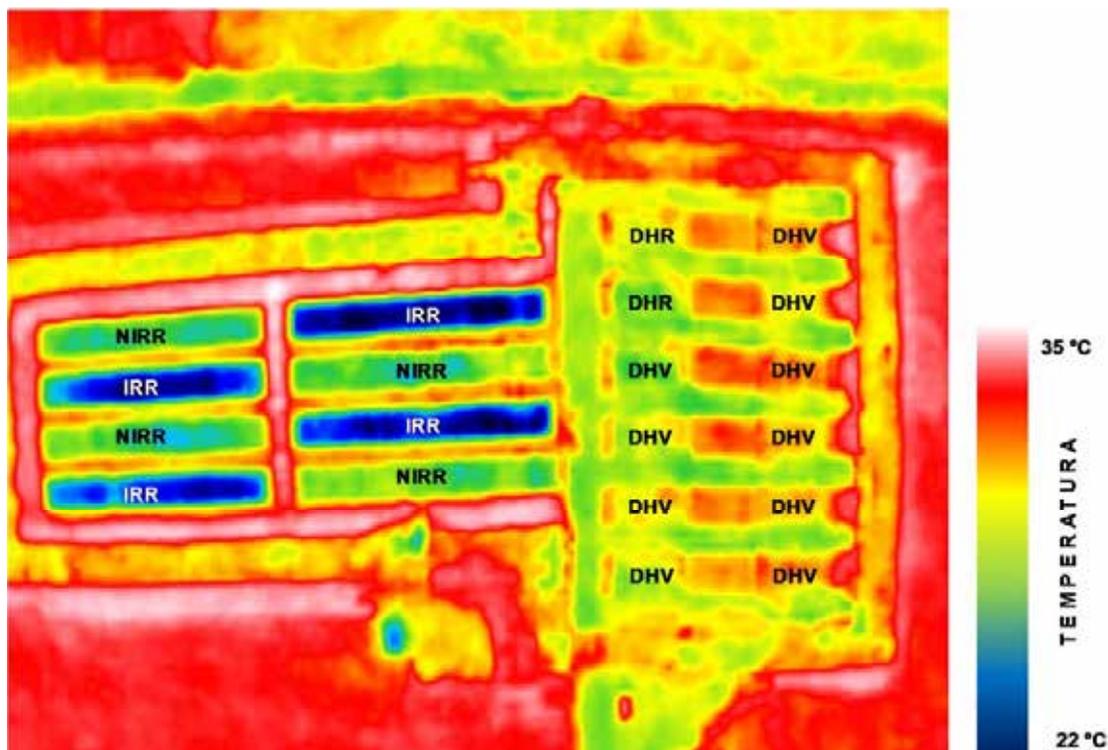


Figura 2. Imagem termal obtida por meio de câmera termal acoplada ao VANT.