



## SENSORIAMENTO REMOTO COMO SUPORTE AO MONITORAMENTO DO DÉFICIT HÍDRICO NA 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.

A produção brasileira de soja desempenha papel de destaque na economia nacional e internacional. Para a safra 2017/2018 estima-se que a produção nacional de soja supere 111 milhões de toneladas (CONAB, 2018). Contudo, períodos de déficit hídrico durante a produção de soja provocam elevadas perdas na produção, constituindo-se um fator de risco à agricultura brasileira (FARIAS et al., 2001). De acordo com Ferreira (2017), 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.

Neste contexto, observa-se crescente demanda por técnicas que possibilitem rápida avaliação das condições dos cultivos agrícolas, provendo informações que subsidiem melhor tomada de decisões em relação às práticas culturais. Desse modo, o sensoriamento remoto, por meio da interação entre radiação eletromagnética – planta – sensor, mostra-se promissor no monitoramento de culturas agrícolas uma vez que permite avaliações rápidas, com baixo custo e de forma não destrutiva.

O presente trabalho teve por objetivo obter curvas espectrais de plantas de soja submetidas à diferentes disponibilidades hídricas no período vegetativo e reprodutivo do ciclo de desenvolvimento da cultura.

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. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso em parcelas subdivididas, com quatro repetições para os tratamentos irrigado (IRR) e não irrigado (NIRR) e seis repetições para os tratamentos déficit hídrico no período vegetativo (DHV) e déficit hídrico no período reprodutivo (DHR). Nas parcelas, foram avaliadas as diferentes disponibilidades hídricas: IRR, NIRR, EHV e EHR. As parcelas DHV e DHR foram instaladas sob abrigos móveis, programados para fecharem (ou no período vegetativo ou reprodutivo, respectivamente) sempre que precipitações pluviométricas superiores a 0,1 mm foram registradas na área experimental. Nas subparcelas foram avaliadas cultivares de soja convencionais e linhagens geneticamente modificadas (GM) para tolerância à seca. A semeadura ocorreu no dia 19 de outubro de 2016 e a indução do estresse 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 reprodutivo, permanecendo até a colheita. Os dados espectrais discutidos no presente trabalho foram coletados aos 44 dias após a semeadura (DAS) e aos 112 DAS, quando as plantas se encontravam no período vegetativo e reprodutivo, respectivamente.

Por meio do espectrorradiômetro Fieldspec 3 Jr, sensor hiperespectral com resolução espectral de 3 nm entre 350 e 1400 nm e de 30 nm entre 1400 e 2500 nm, foram realizadas medidas de reflectância de quatro cultivares (uma considerada sensível à seca e três GM para tolerância à seca), denominadas nesse trabalho como cultivar '1', '2', '3' e '4' respectivamente, submetidas aos tratamentos IRR, DHV e DHR. Os tratamentos foram selecionados por serem esses os mais contrastantes no momento das leituras.



A figura 1 apresenta a curva espectral da cultivar '4' submetida ao tratamento irrigado (IRR) e déficit hídrico no período vegetativo (DHV), aos 44 DAS. É possível observar diferenças na intensidade dos valores de reflectância dos tratamentos avaliados em faixas específicas do espectro eletromagnético, com destaque para a banda verde, vermelho e o infravermelho de ondas curtas a partir de 1400 nm (SWIR II e III).

De forma similar, a figura 2 apresenta a curva espectral da mesma cultivar, aos 112 DAS, submetida aos tratamentos irrigado (IRR) e déficit hídrico no período reprodutivo (DHR). Em relação às faixas mais responsivas à disponibilidade hídrica destaca-se, além das mesmas bandas espectrais observadas no déficit hídrico no período vegetativo (DHV), diferença na intensidade de reflectância nas bandas infravermelho próximo (NIR) e infravermelho de ondas curtas próximo aos 1200 nm (SWIR I).

Os comprimentos de onda referentes à porção visível do espectro eletromagnético (bandas azul, verde e vermelho) estão associados à radiação fotossinteticamente ativa. Dessa forma, é possível que o aumento da reflectância das plantas dos tratamentos DHV e DHR tenha se dado em função da diminuição das taxas fotossintéticas, uma vez que plantas de soja submetidas ao déficit hídrico tendem a apresentar diminuição das taxas fotossintéticas e condutância estomática (CARVALHO et al., 2015).

Já os comprimentos de onda do infravermelho de ondas curtas estão diretamente associados ao conteúdo de água na folha. Logo, maiores teores de água na folha resultam em maior absorção desses comprimentos de onda do espectro eletromagnético.

Esse comportamento foi observado nas duas avaliações realizadas, sendo que maiores diferenças de reflectância foram observadas entre os tratamentos irrigado e déficit hídrico no período reprodutivo. Tal comportamento pode ser devido ao volume total de água aportado (irrigação mais precipitação pluviométrica) e ao tempo de restrição hídrica ao qual os tratamentos DHV e DHR foram submetidos. O tratamento EHV foi submetido à restrição hídrica por um período de sete dias até o momento da avaliação espectral, tendo deixado de receber 46,1 mm, ao passo que o tratamento IRR recebeu, além das chuvas, 14,4 mm de irrigação. Já no período reprodutivo, as plantas foram submetidas à restrição hídrica por um período de 58 dias, sendo que, embora não tenha havido irrigação nesse período, a precipitação pluviométrica totalizou 407,4 mm.

Conclui-se que a resposta espectral de plantas de soja é afetada pela ocorrência de períodos de déficit hídrico. Essas alterações são mais pronunciadas nas bandas do espectro visível e infravermelho de ondas curtas, tendo relação com a absorção de comprimentos de onda associados aos processos fotossintéticos e ao conteúdo de água presente na folha.

## 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)

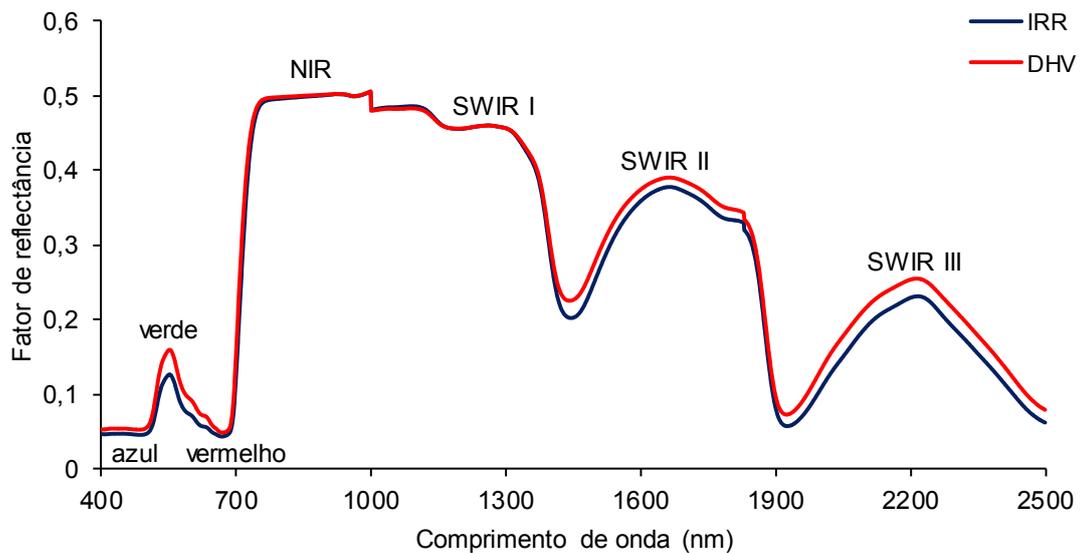
CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. (2017) Acompanhamento da safra brasileira de grãos, quinto levantamento, safra 2017/18. Brasília: **Conab**, fevereiro, 2018. 140 p.

FARIAS, J. R. B.; ASSAD, E. D.; ALMEIDA, I. R. de; EVANGELISTA, B. A.; LAZZAROTTO, C.; NEUMAIER, N.; NEPONUCENO, A. L. Caracterização de risco de déficit hídrico nas regiões

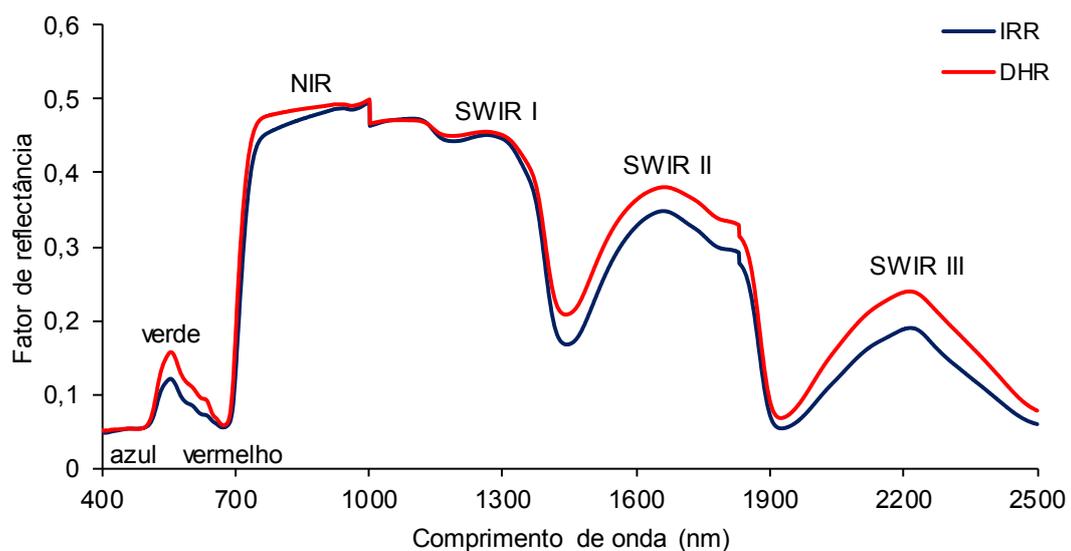


produtoras de soja no Brasil. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, v, 9, n. 3, p. 415-421, 2001.

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.** Curvas espectrais de plantas de soja submetidas aos tratamentos IRR (Irrigado) e DHV (Déficit hídrico no vegetativo) aos 44 DAS.



**Figura 2.** Curvas espectrais de plantas de soja submetidas aos tratamentos IRR (Irrigado) e DHR (Déficit hídrico no reprodutivo) aos 112 DAS.