



## XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:

### *O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros*

## **Análise da Dinâmica Temporal dos Índices de Vegetação NDVI, GNDVI e EVI Obtidos em Dossel de Canola<sup>1</sup>**



*Daniele Gutterres Pinto<sup>2</sup>, Denise Cybis Fontana<sup>3</sup>, Genei Antônio Dalmago<sup>4</sup>, Matheus Boni Vicari<sup>5</sup>, Elizandro Fochessato<sup>6</sup>*

<sup>1</sup>Trabalho apresentado no XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 23 a 28 de agosto de 2015.

<sup>2</sup>Agrônoma, Mestranda em Fitotecnia, Depto de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia, UFRGS, Porto Alegre - RS, daniele.gutterres@gmail.com

<sup>3</sup>Agrônoma, Professora Titular, Depto de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia, UFRGS, Porto Alegre - RS

<sup>4</sup>Agrônomo, Pesquisador, EMBRAPA TRIGO, Passo Fundo RS

<sup>5</sup>Eng. Ambiental, Mestrando em Sensoriamento Remoto, CEPSSRM, UFRGS, Porto Alegre - RS

<sup>6</sup>Agrônomo, Mestrando em Fitotecnia, de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia, UFRGS, Porto Alegre - RS

**RESUMO:** O objetivo deste trabalho foi caracterizar a dinâmica temporal dos índices de vegetação NDVI, EVI e GNDVI em duas safras com condições meteorológicas distintas. O experimento foi conduzido na safra de 2014, no Rio Grande do Sul, Brasil. Os tratamentos foram 5 doses de nitrogênio: 10, 20, 40, 80 e 160 kg de N por hectare, distribuídos nas parcelas sob delineamento experimental de blocos casualizados com 4 repetições. Foram realizadas medições de reflectância do dossel com espectrorradiômetro LI-1800 e calculados os perfis médios dos índices de vegetação. A partir dos dados meteorológicos medidos em estação próxima à área experimental (temperatura e umidade do ar, precipitação pluvial, velocidade do vento e radiação global) foi calculado o balanço hídrico meteorológico e o acúmulo de graus-dia. Houve diferenças nos índices de vegetação entre as duas safras, ocasionadas pelas diferenças nas condições meteorológicas ocorridas nas mesmas. Em função das maiores temperaturas e condições hídricas adequadas, as plantas de canola tiveram um desenvolvimento mais rápido na safra de 2014, resultando em menor acúmulo de biomassa e, em consequência, foram observados menores índices de vegetação. Apesar das diferenças de magnitudes nos valores, o padrão de evolução temporal dos índices de vegetação foram semelhantes e típicos de culturas anuais. A peculiaridade da cultura da canola é abrupta redução dos índices no final da floração, o que foi observada nas duas safras, mas de forma mais intensa na safra de maior crescimento (2013). Os resultados demonstram que os índices de vegetação podem ser utilizados para identificação e monitoramento das condições de desenvolvimento da canola.

**PALAVRAS-CHAVE:** Perfil temporal, espectrorradiômetro, reflectância.

### **Analysis of the Temporal Dynamics of NDVI vegetation index, NDVI and EVI Obtained in Canopy Canola.**

**ABSTRACT:** The objective of this study was to characterize the temporal dynamics of NDVI vegetation indices, EVI and GNDVI in two seasons with different weather conditions. The experiment was conducted during the 2014 cropping season, in Rio Grande do Sul State, Brazil. The experimental design comprised randomized blocks in four replications, where treatments consist of five levels of nitrogen: 10, 20, 40, 80, 160 kg per hectare. Were performed canopy reflectance measurements with LI-1800 spectroradiometer and calculated the average profiles of vegetation indices. From the meteorological data measured in the experimental area next (temperature and humidity, rainfall, wind speed and global radiation) was calculated meteorological water balance and the accumulation of degree-days. There were differences in the rates of vegetation between the two harvests, caused by differences in weather conditions that occur in them. Due to the higher temperatures and appropriate water conditions, the canola plants had a more rapid development in the 2014 harvest, resulting in lower biomass accumulation and therefore were smaller vegetation indexes. Despite the differences in the



## XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:



### *O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros*

values of magnitudes, the pattern of temporal evolution of vegetation indices were similar and typical annual crops. The peculiarity of the canola crop is abrupt reduction of the indices at the end of flowering, which was observed in the two seasons, but more intensely in the fastest growing season (2013). The results show that the vegetation indexes can be used to identify and monitor the development of canola conditions.

**KEYWORDS:** Temporal profiles, spectroradiometer, reflectance.

## INTRODUÇÃO

Os índices de vegetação (IV) são amplamente empregados como indicadores da presença e condição da vegetação. A maior parte destes índices relaciona a reflectância nas faixas de comprimento de onda do visível e infravermelho próximo na forma de razões para minimizar a variabilidade causada por elementos externos (ângulo solar, atmosfera e solo) (Ponzoni, 2001). A proposição destes índices é fundamentada na resposta antagônica da reflectância da vegetação nestas regiões do espectro. Quanto maior for a densidade da cobertura vegetal em uma área, menor será a reflectância no visível, em razão da maior oferta de pigmentos fotossintetizantes para a absorção da radiação solar. Em contraponto maior será a reflectância no infravermelho próximo, devido ao efeito do espalhamento múltiplo (Ponzoni *et al.*, 2012).

Diversos índices de vegetação têm sido propostos na literatura com o objetivo de explorar as propriedades espectrais da vegetação dado que, em geral, estão relacionados com parâmetros biofísicos da vegetação como biomassa e índice de área foliar, o que possibilita ações de monitoramento dos cultivos. A vantagem do emprego de índices de vegetação obtidos de imagens de satélite para fins de monitoramento é o detalhamento espacial e o temporal mais detalhado do que qualquer outro método disponível. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi caracterizar a dinâmica temporal dos índices de vegetação NDVI, EVI e GNDVI da canola, de forma a verificar a sensibilidade destes índices em diferenciar as respostas das plantas a condições meteorológicas distintas.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido nas safras de 2013 e 2014, em uma área experimental da EMBRAPA Trigo, situada no município de Coxilha no Rio Grande do Sul, localizada sob as coordenadas geográficas 28° 11' 40" S 52° 10' 20" W, a 689 m de altitude. O clima da região é do tipo Cfa. Segundo Cordeiro (2010), a média anual da precipitação pluvial no Rio Grande do Sul é de 1.672 mm. Para a implantação do experimento foi utilizado o delineamento experimental em blocos casualizados com quatro repetições, sendo que os tratamentos consistiram em cinco doses de nitrogênio: 10, 20, 40, 80, 160 kg ha<sup>-1</sup>. A semeadura ocorreu no dia 22 de abril na safra de 2013 e 29 de abril na safra de 2014, tendo sido utilizado a cultivar Hyola 61, com espaçamento de 34 cm entre linhas e densidade de semeadura mínima de 40 plantas por m<sup>2</sup>. A adubação de base foi calculada a partir das necessidades da cultura e com a análise do solo, visando um rendimento de grãos mínimo de 1.500 kg por hectare. A adubação de cobertura foi realizada com uréia e seguiu os tratamentos com as diferentes doses de nitrogênio sendo que nos tratamentos de 80 e 160 kg de nitrogênio por hectare as doses foram parceladas em duas e três aplicações, respectivamente.

Foram realizadas 7 medições de reflectância do dossel com espectrorradiômetro LI-1800 em cada safra. A partir destas medições foram calculados os índices de vegetação NDVI (Equação 1) (índice de vegetação por diferença normalizada), EVI (índice de vegetação melhorado) (Equação 2) e GNDVI (índice de vegetação por diferença normalizada verde) (Equação 3). A média dos índices de vegetação calculados em todos os tratamentos foram usados para o traçado dos perfis temporais. Com os dados

***O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros***

meteorológicos (temperatura e umidade do ar, precipitação pluvial, velocidade do vento e radiação global) medidos em estação automática próxima à área experimental, situada sob as coordenadas geográficas 28°15'43" S; 52°24'24" W e altitude de 684 m, foi calculado o balanço hídrico sequencial e o acúmulo de graus-dia pelo método de Omoto (1981).

$$NDVI = \frac{(\rho_{ivp} - \rho_v)}{(\rho_{ivp} + \rho_v)} \quad (1)$$

$$EVI = G \frac{(\rho_{ivp} - \rho_v)}{(L + \rho_{ivp} + C1 \rho_v + C2 \rho_a)} \quad (2)$$

$$GNDVI = \frac{(\rho_{ivp} - \rho_g)}{(\rho_{ivp} + \rho_g)} \quad (3)$$

Em que,

$\rho_{ivp}$  - reflectância no infravermelho próximo;  $\rho_v$  - reflectância no vermelho;  $\rho_a$  - reflectância no azul;  $\rho_g$  - reflectância no verde; L - constante que minimiza o efeito do solo C1 e C2 - são os fatores de ajuste para minimização do efeito dos aerossóis da atmosfera.

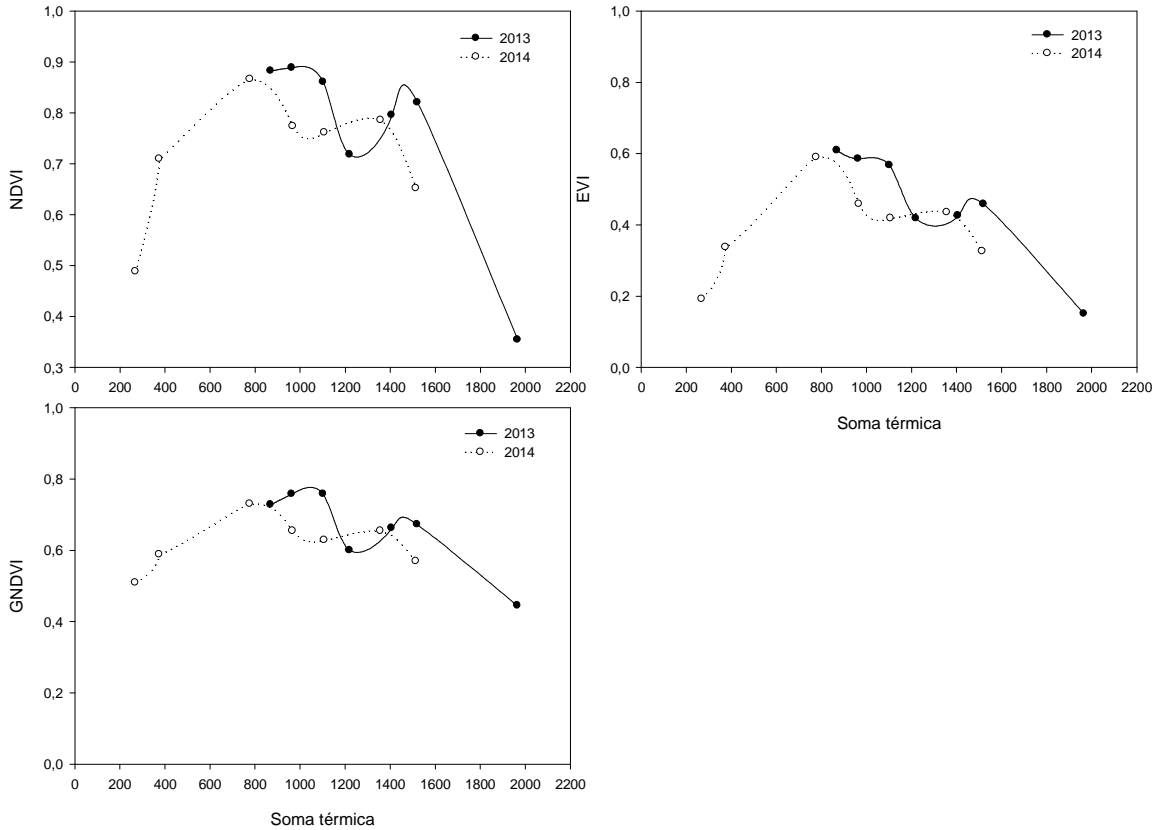
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como pode ser observado na Figura 1, todos os índices de vegetação apresentaram dinâmica temporal similar, com aumento dos valores durante o desenvolvimento vegetativo das plantas até atingirem o valor máximo, antes do início do florescimento. Em seguida, houve queda nos valores dos índices de vegetação, devido ao período de florescimento da canola. As flores amarelas refletem parte da radiação eletromagnética (REM) visível que incide no dossel, diminuindo os valores dos índices de vegetação. Após o florescimento, os índices de vegetação voltaram a aumentar, por ocasião da queda das flores bem como, pela grande quantidade de siliques verdes presentes no dossel, as quais absorvem a radiação visível para o processo fotossintético. Este padrão temporal dos índices de vegetação da canola, de apresentar dois picos, é distinto do observado nas demais culturas agrícolas cultivadas no Rio Grande do Sul. As culturas do arroz (Klering, 2012), do trigo (Junges, 2011) e da soja (Pinto, 2011) são caracterizadas por aumento contínuo dos índices de vegetação, do início do ciclo até o máximo valor do índice, que ocorre antes da floração, e então decrescem durante o enchimento de grãos até atingirem o valor mínimo na colheita. Esta informação é útil, na medida em que pode ser utilizada na diferenciação do cultivo de canola, em estudos com imagens orbitais para fins de mapeamento.

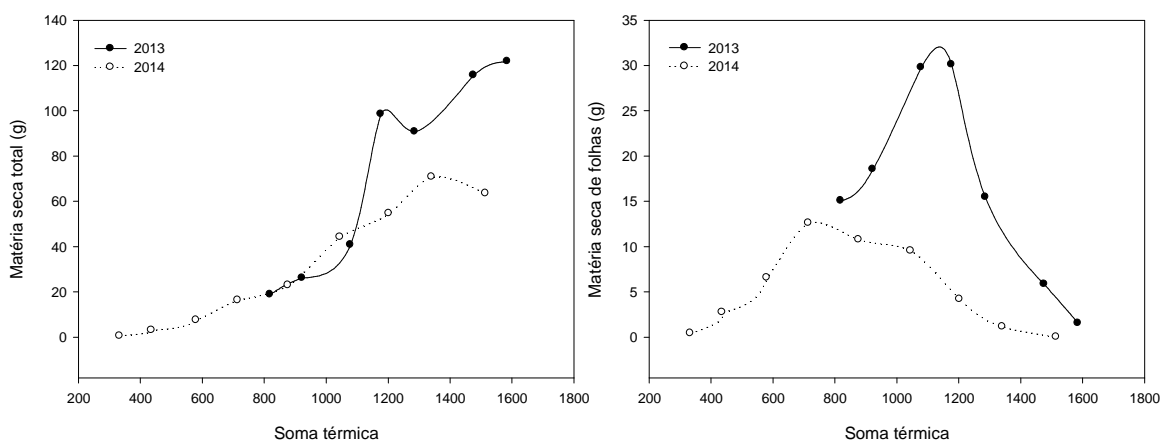
Na safra de 2013 o máximo valor dos índices ocorreu mais tardiamente quando comparado à safra de 2014. Essa diferença de soma térmica para atingir o máximo valor dos índices de vegetação indica que na safra de 2014 o ciclo foi acelerado, em função das temperaturas mais elevadas em relação à safra de 2013 (Figura 3). Além das temperaturas mais altas em 2014, também ocorreu um excesso hídrico superior a 100 mm no mês de abril (Figura 3), mês em que foi instalado o experimento o que pode ter prejudicado o desenvolvimento inicial das plantas.

Em 2013 os índices apresentaram valores mais elevados, isso pode ser explicado pela maior quantidade de matéria seca de folhas antes do período de florescimento interagindo com a REM. No segundo pico (após o período de florescimento) as folhas entram em senescência e começam a cair, no entanto após o período de florescimento as hastes e estruturas reprodutivas são responsáveis pela absorção da REM para a realização dos processos de fotossíntese (Nied, 2013). A matéria seca total da

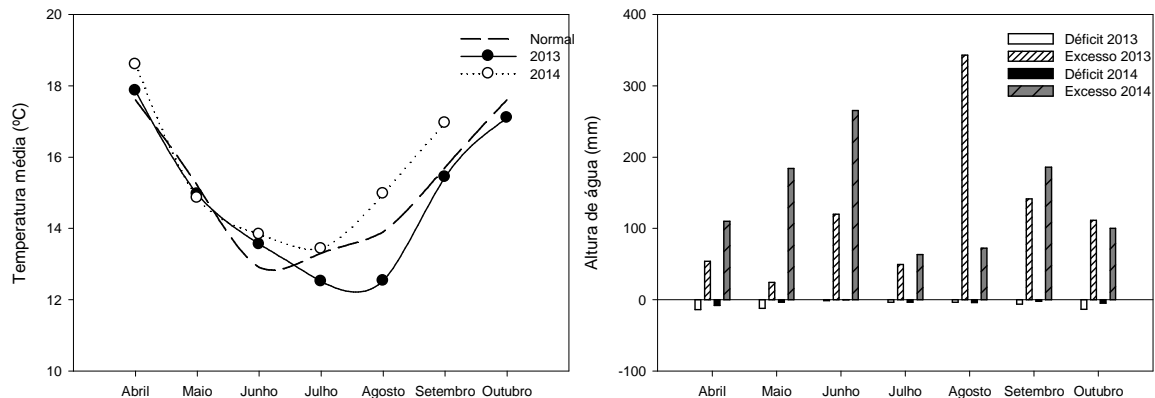
safr de 2013 é superior a matéria seca total da safr de 2014, o que determinou uma maior quantidade de siliqas e hastes interagindo com a REM, resultando em maiores valores dos índices de vegetação.



**Figura 1.** Perfis temporais de (A) NDVI, (B) EVI e (C) GNDVI da canola, das safras de 2013 e 2014, Passo Fundo, RS.



**Figura 2.** Matéria seca total da canola das safras de 2013 e 2014 (A). Matéria seca de folhas da canola das safras de 2013 e 2014. Passo Fundo, RS.



**Figura 3.** Temperaturas médias mensais das safras de 2013, 2014 e da normal climatológica 1961-1990 (A). Acumulado mensal de precipitação pluvial das safras de 2013, 2014 e da normal climatológica de 1961-1990. Passo Fundo, RS.

## CONCLUSÃO

Os perfis temporais dos índices de vegetação são capazes de representar a dinâmica temporal do desenvolvimento e crescimento da canola. As condições meteorológicas distintas entre as duas safras avaliadas afetaram o perfil temporal dos índices de vegetação da canola.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- JUNGES, A. H. **Distribuição espacial e temporal do cultivo de trigo no Rio Grande do Sul e ajustes de modelos agrometeorológico-espectral para estimativa de rendimento de grãos.** 2011. 173 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.
- KLERING, E. V. **Mapeamento da area cultivada e estimativa do rendimento de grãos de arroz irrigado a partir de modelos agrometeorológicos-espectrais para o Rio Grande do Sul.** 2012. 163 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.
- NIED, A. H. **Parâmetros bioclimáticos e resposta da canola ao ambiente físico.** 2013. 135 f. Tese. (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.
- OMETTO, A. C.; **Bioclimatologia vegetal.** São Paulo: Ed. Agronômica Ceres. 1981. 440 p.
- PINTO, D. G.; FONTANA, D. C. Inferências sobre o calendário agrícola da soja a partir de perfis temporais de NDVI em imagens MODIS. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 15, 2011, Curitiba. **Anais...** Curitiba: INPE, 2011. p. 148-153.
- PONZONI, F. J. Comportamento espectral da vegetação. In: MENESES, P. R.; NETTO, J. S. M. **Sensoriamento Remoto: reflectância dos alvos naturais.** Brasília: UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, 2001, p. 157-199.
- PONZONI, F. J. *et al.* **Sensoriamento Remoto da Vegetação.** 2ª Edição. Cubatão: Oficina de Textos, 2012. 160 p.