



ÍNDICES DE VEGETAÇÃO NDVI E EVI, IAF E FPAR DA CANOLA A PARTIR DE IMAGENS DO SATÉLITE MODIS.

Daniele G. Pinto¹, Matheus B. Vicari², Denise C. Fontana³, Genei A. Dalmago⁴,
Gilberto R. da Cunha⁵, Jorge A. de Gouvêa⁶, Vagner Mengue⁷, Samuel Kovaleski⁸,
Elizandro Fochesato⁹, Anderson Santi¹⁰

¹ Eng. Agrônoma, Mestranda em Fitotecnia, UFRGS, Porto Alegre, RS, Brasil, bolsista CNPq. E-mail: daniele.gutterres@gmail.com.

² Eng. Ambiental, Mestrando em Sensoriamento Remoto, UFRGS, Porto Alegre, RS, Brasil, bolsista CNPq.

³ Eng. Agrônoma, Dra. Professora da UFRGS, Porto Alegre, RS, Brasil, Bolsista PQ2 CNPq.

⁴ Eng. Agrônomo, Dr., Pesquisador da EMBRAPA Trigo, Passo Fundo, RS, Brasil, Bolsista PQ2 CNPq.

⁵ Eng. Agrônomo, Dr., Pesquisador da EMBRAPA Trigo, Passo Fundo, RS, Brasil, Bolsista DT1 CNPq.

⁶ Eng. Agrônomo, Dr., Pesquisador da EMBRAPA Trigo, Passo Fundo, RS, Brasil.

⁷ Geógrafo, Doutorando em Sensoriamento Remoto, UFRGS, Porto Alegre, RS, Brasil, Bolsista Capes

⁸ Eng. Agrônomo, Mestrando em Engenharia Agrícola da UFSM. Santa Maria, RS, Brasil, Bolsista Capes.

⁹ Eng. Agrônomo, Mestrando em Fitotecnia da UFRGS. Porto Alegre, RS, Brasil, Bolsista FAPERGS.

¹⁰ Eng. Agrônomo, Dr., Pesquisador da EMBRAPA Trigo, Passo Fundo, RS, Brasil.

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi gerar informações sobre a dinâmica da evolução dos índices de vegetação EVI e NDVI, do índice de área foliar (IAF) e da fração da radiação solar fotossinteticamente ativa absorvida pelo dossel (FPAR) da cultura da canola, a partir de imagens MODIS. Foram identificadas coordenadas geográficas de lavouras de canola, na região norte do Rio Grande do Sul, nas safras 2011 e 2013. Após a identificação das lavouras foram escolhidas 4 lavouras na safra de 2011 e 2 lavouras na safra 2013. Foram criados vetoriais destas lavouras. Para a construção dos perfis temporais foram utilizadas 19 imagens da safra 2011 e 17 imagens da safra de 2013, de NDVI, EVI, IAF e FPAR. O perfil temporal de NDVI e EVI da cultura da canola apresentou o mesmo padrão esperado para as demais culturas anuais, nas duas safras estudadas. Após o máximo valor nos perfis temporais de NDVI e EVI houve um decréscimo acentuado dos valores dos índices, causado pela floração muito intensa da canola, de coloração amarela, que reflete muito a radiação solar nos comprimentos de onda do visível. Quanto aos perfis temporais de IAF e FPAR, eles também apresentaram resposta de acordo com o padrão esperado para as culturas anuais. Os perfis temporais de NDVI e EVI da cultura da canola apresentam resposta semelhante ao padrão dos demais cultivos anuais. Os perfis temporais de IAF e FPAR também apresentaram resposta condizente com os perfis de lavouras anuais.

Palavras Chave: perfil temporal, reflectância.

INTRODUÇÃO

O cultivo de canola vem crescendo nos últimos anos e isso cria a necessidade de geração de conhecimento local a respeito da cultura. Técnicas de sensoriamento remoto como a utilização dos índices de vegetação são úteis neste sentido, pois

auxiliam na aquisição de informações a respeito da dinâmica temporal de desenvolvimento da cultura.

O Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI) é um dos índices utilizados para esse fim, o qual é uma normalização do índice de vegetação da Razão Simples (SR), proposto por Rouse et al. (1973), com valores possíveis variando de -1 a 1. O cálculo desse índice é realizado pela seguinte equação:

$$NDVI = \frac{(\rho_{IVP} - \rho_V)}{(\rho_{IVP} + \rho_V)} \quad (1)$$

Sendo:

ρ_{IVP} = refletância da radiação no infravermelho próximo (banda 2 do sensor MODIS);

ρ_V = refletância da radiação no vermelho (banda 1 do sensor MODIS);

Segundo Ponzoni et al. (2012), a interpretação deste índice deve levar em consideração vários fatores limitantes, tais como o ponto de saturação no qual o incremento de biomassa vegetal não pode mais ser acompanhando pelo aumento dos valores do índice, as interferências atmosféricas, as larguras das bandas espectrais utilizadas e as características de qualidade da imagem inerentes ao sensor utilizado.

Outro índice importante é o Índice de Vegetação Melhorado (EVI), desenvolvido visando otimizar o sinal da vegetação. Este apresenta maior sensibilidade em regiões com alta densidade de biomassa, por ter sido melhorado por meio da redução da influência da atmosfera e da dissociação do sinal de fundo do dossel vegetal (HUETE et al., 2002). O cálculo desse índice é baseado na equação 2:

$$EVI = G \frac{\rho_{IVP} - \rho_V}{\rho_{IVP} + C_1 * \rho_V - C_2 * \rho_A + L} \quad (2)$$

Sendo:

G = fator de ganho, geralmente assume valor de 2,5;

ρ_{IVP} = refletância do infravermelho próximo (banda 2 do sensor MODIS);

ρ_V = refletância do vermelho (banda 1 do sensor MODIS);

ρ_A = refletância na banda espectral do azul (banda 3 do sensor MODIS);

L = ajuste de fundo do dossel vegetal (L=1);

C_1 e C_2 = coeficientes de ajuste da influência dos aerossóis ($C_1=6$; $C_2=7,5$).

Segundo Huete et al. (2002), enquanto o NDVI é sensível à presença de clorofila na vegetação, o EVI é mais responsivo às variações estruturais do dossel, incluindo o índice de área foliar (IAF), tipo de dossel, fisionomia da planta e a arquitetura do dossel (GAO et al., 2000).

Os dados de índice de área foliar (IAF) e fração da radiação fotossinteticamente ativa (FPAR), ao contrário dos índices de vegetação, que são mais generalizados, expressam duas características específicas da cultura. O IAF é a razão entre a área foliar do dossel e a unidade de superfície projetada no solo (m^2/m^2). É uma variável biofísica que está diretamente relacionada com a transpiração e a produtividade das plantas, entre outros processos. Já a FPAR é um parâmetro utilizado para inferir o quanto de radiação fotossinteticamente ativa (400 a 720 nm) a vegetação está absorvendo para os processos de fotossíntese. A partir desse parâmetro é possível se avaliar o acúmulo de biomassa e as trocas de energia no meio avaliado.

Os dois índices de vegetação (NDVI e EVI) fazem parte do produto MOD13Q1 do sensor MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*) que está a bordo da

plataforma Terra. As imagens destes índices são disponibilizadas a cada 16 dias, na forma de uma composição de máximo valor do índice neste período, com resolução espacial de 250 m. O IAF e a FPAR fazem parte do produto MOD15A2 do sensor MODIS. As imagens de IAF e FPAR são disponibilizadas a cada 8 dias, na forma de uma composição de máximo valor a cada 8 dias, com resolução espacial de 1 km.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a dinâmica da evolução dos índices de vegetação EVI e NDVI, do IAF e da FPAR na cultura da canola, utilizando imagens MODIS.

MATERIAL E MÉTODOS

Nas safras de 2011 e 2013 foram identificadas lavouras de canola na região norte do Rio Grande do Sul e foram marcadas as coordenadas geográficas com GPS. Estes pontos, uma vez identificados foram localizados em imagens Landsat 8, com resolução espacial de 30 m, para a identificação das lavouras de canola. Após a identificação das lavouras foram escolhidas 4 lavouras na safra de 2011, totalizando uma área de 1.578 ha e 2 lavouras na safra 2013, totalizando uma área de 393 ha. A partir da escolha das áreas, foram criados vetoriais (Figura 1) destas lavouras com auxílio do *software* ArcGIS 10. Os vetoriais nada mais são do que a marcação dos limites de uma área na imagem, como por exemplo uma lavoura.

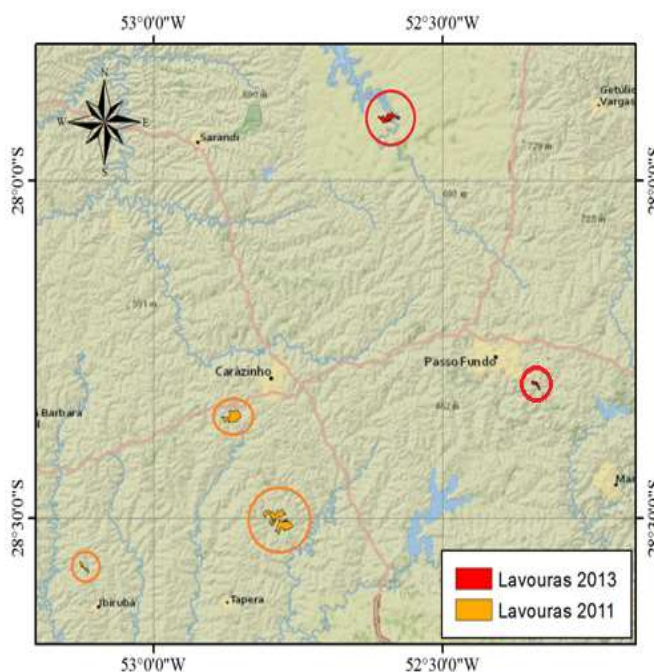


Figura 1: Imagem da região norte com as lavouras de canola das safras de 2011 e 2013 identificadas em laranja e vermelho respectivamente.

Para a construção dos perfis temporais de NDVI, EVI, IAF e FPAR, foram utilizadas 19 imagens de março a dezembro (duas por mês), da safra de 2011 e 17 imagens, de março a novembro, da safra de 2013, referentes aos índices EVI e NDVI do produto MOD13Q1 e do IAF e da FPAR do produto MOD15A2, ambos do sensor MODIS.

Destas imagens foram extraídos os valores de NDVI, EVI, IAF, FPAR mínimos, médios e máximos, dos pixels incluídos nos vetoriais das lavouras. Para a construção dos perfis temporais foram utilizados os valores médios de cada imagem, da área incluída dentro dos vetoriais. O processamento das imagens descrito acima foi realizado no *software* ENVI 5.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 2 podem ser observados os perfis temporais de NDVI e EVI (Figura 2a) e IAF e FPAR (Figura 2b) da safra de 2011 e de NDVI e EVI (Figura 2c) e de IAF e FPAR (Figura 2d) da safra 2013.

O perfil temporal de NDVI e EVI da cultura da canola apresentou o mesmo padrão das demais culturas anuais, nas duas safras estudadas: baixos valores no início do ciclo, seguido de incrementos nos valores dos índices, atingindo o máximo valor próximo ao florescimento da cultura e decrescendo a seguir, por consequência da senescência das plantas. No entanto, na canola, após o máximo valor dos perfis temporais de NDVI e EVI houve um decréscimo acentuado dos valores dos referidos índices, causado pela floração muito intensa, de coloração amarela, que reflete mais a radiação solar nos comprimentos de onda do visível (400 a 720 nm), em relação a período vegetativo, concordando com Yates & Steven (1984). Segundo esses autores a floração da canola é responsável por uma redução da absorção da radiação solar e aumento da reflectância, em relação ao período vegetativo, no intervalo de comprimento de onda de 500 a 720 nm. O aumento da reflectância nos comprimentos de onda do visível resultou em menores valores de NDVI e EVI. Na safra de 2013, no perfil temporal de NDVI, o decréscimo dos valores do índice causado pela floração, não foi tão evidente quando comparado ao EVI na mesma safra, possivelmente pelo efeito da saturação do índice, já que o NDVI é muito sensível à saturação.

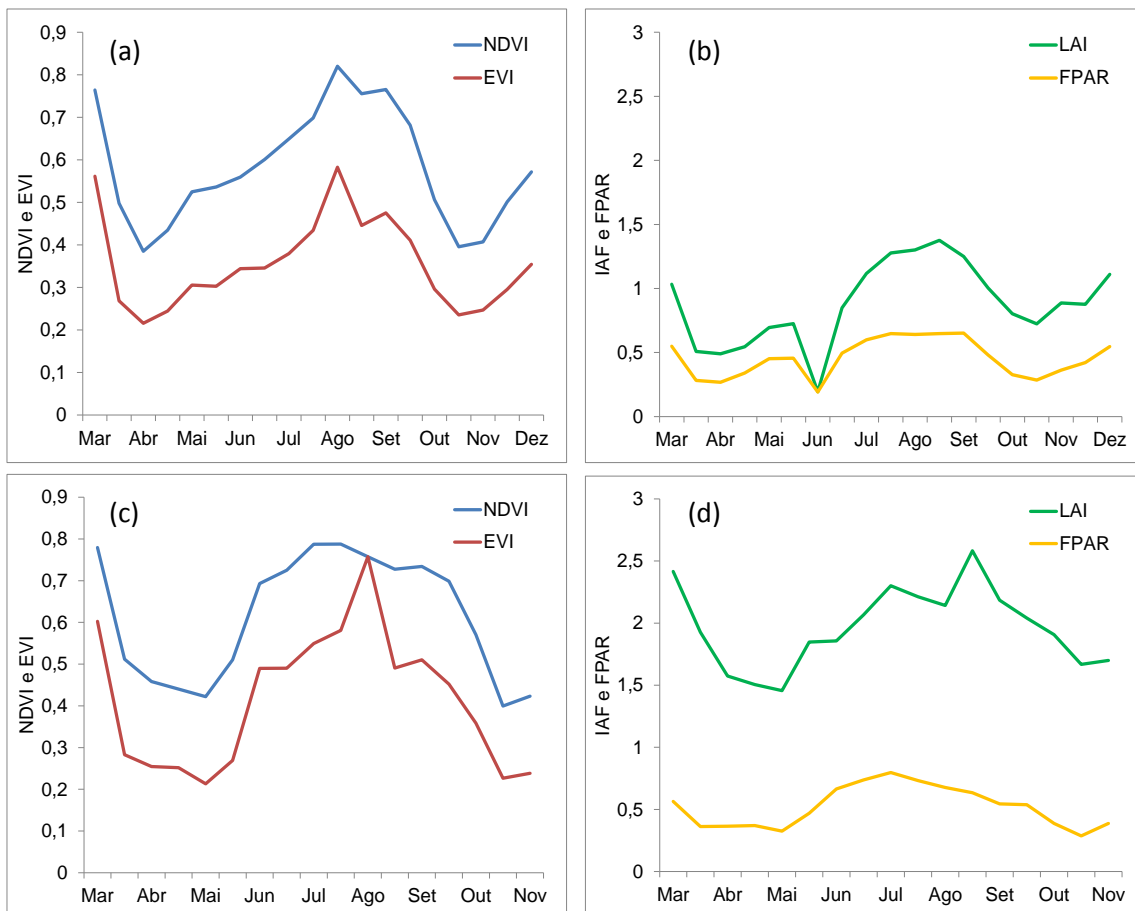


Figura 2: Perfis temporais de NDVI, EVI, IAF e FPAR da canola, na safra 2011 [(a) e (b)] e na safra 2013 [(c) e (d)].

Quanto aos perfis temporais de IAF e FPAR (Figura 2b e 2d), eles também apresentaram resposta de acordo com o padrão esperado para culturas anuais: baixos valores no início do ciclo da cultura, seguido de incremento nos valores ao longo do período vegetativo, atingindo o máximo valor e decrescendo a seguir, por consequência da senescência das plantas. No início do crescimento das plantas, o dossel ainda está em formação, havendo um número menor de camadas de folhas em relação a um dossel próximo do florescimento, resultando em um baixo IAF. Da mesma forma, neste período, o aparato fotossintético das plantas, responsável pela absorção da radiação fotossinteticamente ativa, ainda está em formação, absorvendo uma menor quantidade de FPAR. Conforme as plantas se desenvolveram houve um aumento no número de camadas de folhas, aumentando o IAF. Com aumento do IAF, a quantidade de pigmentos fotossintetizantes absorvendo radiação tende a ser maior. Devido a isso os dois perfis temporais (IAF e FPAR) apresentam a mesma dinâmica temporal de desenvolvimento.

Nas imagens MODIS os máximos valores de IAF atingidos nos perfis temporais foram 1,38 na safra de 2011 e 2,6 na safra de 2013. No entanto, o IAF da canola pode variar entre 3 e 6 Segundo Edwards & Hertel (2011). Assim, o produto IAF do sensor MODIS, possivelmente, subestimou os valores de IAF.

CONCLUSÃO

Os perfis temporais de NDVI e EVI da cultura da canola apresentam resposta semelhante ao padrão dos demais cultivos anuais, porém com decréscimo no período de floração. O índice de vegetação EVI representa melhor o perfil temporal de desenvolvimento característico da canola, em relação ao NDVI. Os perfis temporais de IAF e FPAR também apresentaram resposta condizente com os perfis de lavouras anuais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

EDWARDS, J.; HERTEL, K. **Canola Growth and Development**. 2011. Disponível em: <http://www.dpi.nsw.gov.au/__data/assets/pdf_file/0007/448450/Canola-growth-and-development.pdf>. Acesso em: 01 ago. 2013.

GAO, X; HUETE, A. R.; NI, W.; MIURA, T. Optical–Biophysical Relationships of Vegetation Spectra without Background Contamination. **Remote Sensing of Environment**, v.74, n.3, p.609–620, 2000.

HUETE, A. DIDAN, K.; MIURA, T.; RODRIGUEZ, E. P.; GAO, X.; FERREIRA, L. G. Overview of the radiometric and biophysical performance of the MODIS vegetation indices. **Remote Sensing of Environment**, v.83, n.1-2, p.195–213, 2002.

PONZONI, F. J.; SHIMABUKURO, Y. E.; KUPLICH, T. M. **Sensoriamento remoto no estudo da vegetação**. 2. ed. São Paulo: [s.n.]. p.176

ROUSE, J. W.; HAAS, R. H.; SCHELL, J. A.; DEERING, D. W. Monitoring Vegetation systems in the great plains with ERTS. In: **Eath Resources Technology Satellite - 1 Symposium**, 3., 1973, Washington. Proceedings: v.1, sec A, p. 309-317

YATES, D. J.; STEVEN, M. D. Reflexion and absorption of solar radiation by flowering canopies of oilseed rape (*Brassica napus* L.). **The Journal of Agricultural Science**. p. 495-502, v.109 1987.