

ANALISE COMPARATIVA ENTRE INDICES DE VEGETAÇÃO E SUA RELAÇÃO COM O BALANÇO HIDRICO EM CARAZINHO - RS

Laura Pigatto Schaparini¹; Denise Cybis Fontana¹; Genei Antonio Dalmago²; Grazieli Rodigheri¹
Autor para correspondência: laura_pigatto@yahoo.com.br

¹Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, Porto Alegre - RS - Brasil; ²Embrapa Trigo - Passo Fundo - RS - Brasil

RESUMO

A soja (*Glycine max*) é uma leguminosa de ciclo anual de maior importância econômica no Rio Grande do Sul. Para essa cultura, cujo os períodos críticos ocorrem no verão, estresses provocados por deficiência hídrica são responsáveis pela instabilidade na produção de grãos do Estado, com grandes variações entre os anos. O sensoriamento remoto vem sendo amplamente utilizada na agricultura, muito frequentemente com índices de vegetação. O objetivo deste trabalho foi analisar o padrão temporal dos índices NDVI e EVI para três safras de soja, com condições hídricas distintas, de forma a possibilitar a avaliação da relação entre índices de vegetação e as condições hídricas para a cultura. A área do experimento está localizada no município de Carazinho – RS e possui uma estação meteorológica própria, instalada no interior da lavoura. Foi calculado o balanço hídrico para cada safra levando em consideração a evapotranspiração da cultura. Os índices de vegetação foram extraídos da plataforma Satveg. Posteriormente os dados foram organizados em gráficos e também, realizou-se uma correlação entre os índices de vegetação e a evapotranspiração da cultura. Concluiu-se que tanto NDVI e EVI possuem forte relação com o desenvolvimento vegetativo, comportando-se de forma semelhante ao longo do ciclo da soja. Nos mesmos períodos de deficiência hídrica ocorreram também, oscilações nos perfis dos índices de vegetação.

PALAVRAS-CHAVE: Balanço Hídrico; Evapotranspiração; NDVI

COMPARATIVE ANALYSIS BETWEEN VEGETATION INDEX AND ITS RELATIONSHIP WITH THE HYDRICAL BALANCE IN CARAZINHO - RS

ABSTRACT

Soybean (*Glycine max*) is an annual cycle of major economic importance in Rio Grande do Sul. For this crop, whose critical periods occur in the summer, stress caused by water deficiency is responsible for the instability in grain production in the State, with great variations between the years. Remote sensing has been widely used in agriculture, often with vegetation indexes. The objective of this work was to analyze the temporal pattern of the NDVI and EVI indices for three soybean crops, with different water conditions, in order to allow the evaluation of the relationship between vegetation indexes and water conditions for the crop. The experiment area is located in the municipality of Carazinho - RS and has a meteorological station of its own, installed inside the farm. The water balance was calculated for each crop taking into account the evapotranspiration of the crop. Vegetation indices were extracted from the Satveg platform. Afterwards the data were organized in graphs and also, a correlation between vegetation indexes and crop evapotranspiration was performed. It was concluded that both NDVI and EVI have a strong relationship with vegetative development, behaving similarly throughout the soybean cycle. In the same periods of water deficiency, there were also fluctuations in the vegetation index profiles.

KEY-WORDS: Hydric balance; Evapotranspiration; NDVI

INTRODUÇÃO

A agricultura é uma das principais bases da economia do Brasil, abrangendo desde extensas monoculturas até a diversificação da produção em pequenas propriedades. O Rio Grande do Sul (RS) contribui, de forma marcante, para a definição da oferta nacional de alimentos. Cerca de 90% da área de cultivo são voltados à produção de grãos (cereais e oleaginosas), que se configura na principal atividade agrícola do Estado (CONAB, 2018). A soja (*Glycine max*) é uma leguminosa de ciclo anual de primavera-verão que ocupa a maior área cultivada, sendo, portanto, a de maior importância econômica. Ao longo das últimas décadas, a produção de soja tem apresentado grande avanço, impulsionada não somente pelo aumento de área semeada, mas também pela aplicação de técnicas de manejo avançadas, que tem permitido o incremento na produtividade (FREITAS, 2011).

As condições meteorológicas, quando adversas, são aquelas que com maior frequência determinam limitações do incremento de biomassa e, conseqüentemente, da produção agrícola. Segundo Hoogenboom (2000), dentre todas as variáveis meteorológicas, a radiação solar, a temperatura do ar e a precipitação pluvial são as que mais afetam o crescimento, o desenvolvimento e a produtividade das culturas. Para Bergamaschi et al (2003), a variação sazonal da condição hídrica no estado do Rio Grande do Sul é causada principalmente pela maior demanda evaporativa da atmosfera no verão. Neste período, é comum a ocorrência de déficit hídrico, o qual se desenvolve quando a absorção de água é menor que a transpiração.

Para soja, cujo os períodos críticos ocorrem eminentemente no período de verão, estresses provocados por deficiência hídrica são responsáveis pela instabilidade na produção de grãos do Estado, sendo muito variável de um ano para o outro (BERLATO; FONTANA, 1999). Dependendo do nível de estresse hídrico e do estágio fisiológico em que se encontram as plantas, diferentes processos podem ser afetados, causando importante variabilidade no rendimento de grãos da cultura e na qualidade do grão (ARIAS et al., 2015), o que se constitui em um dos principais problemas do setor.

A evapotranspiração (ET) é o processo pelo qual a energia é trocada entre a superfície e a atmosfera através da evaporação da umidade do solo, água disponível no sistema e dossel das plantas. É um componente crítico de vários processos físicos e biológicos. No desenvolvimento das plantas pode afetar processos de escala celular, foliar, copa e dossel (Katul et al., 2012). Dada a estreita relação entre ET e o crescimento e desenvolvimento das plantas (MONTEIRO, 2009), esta variável tem sido muito utilizada na elaboração de modelos de estimativa de produção para várias culturas de importância agrícola (MELO et al., 2004). Tais modelos, frequentemente, esbarram na necessidade de uma representação espacial mais detalhada dos rendimentos de grãos do que aquela possível de ser obtida a partir de dados oriundos de estações meteorológicas de superfície.

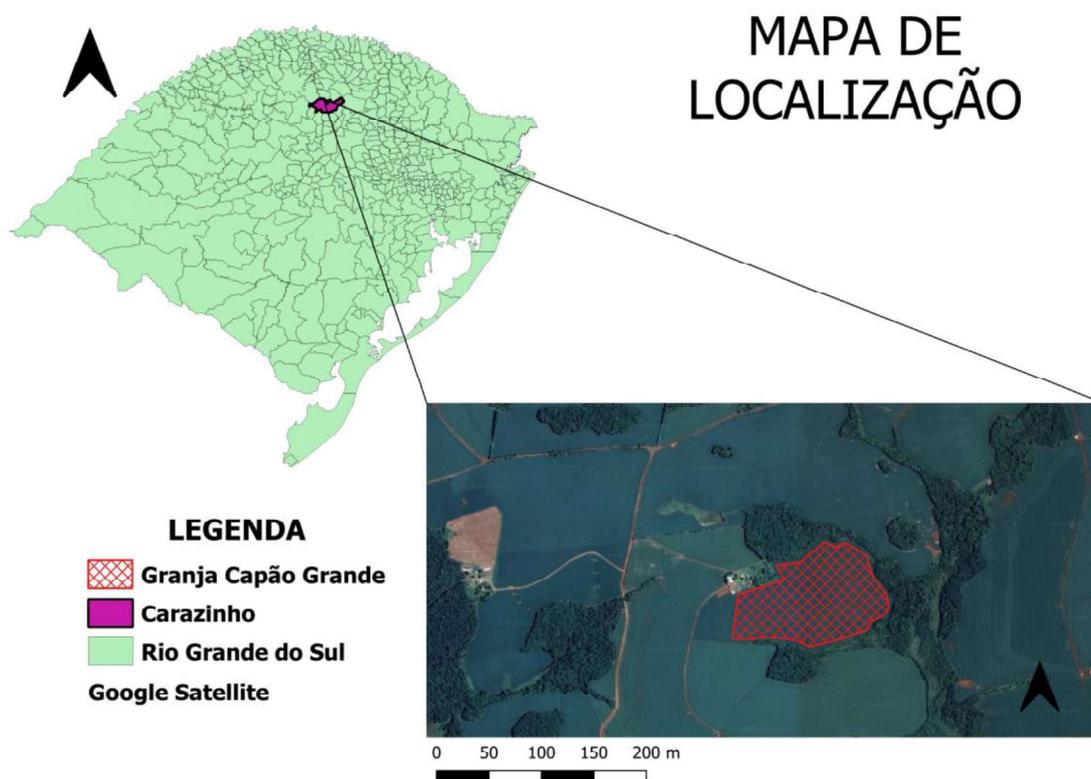
Uma das ferramentas que vem sendo amplamente utilizada na agricultura, e que pode servir de importante subsídio para a modelagem de crescimento e desenvolvimento das culturas, até mesmo rendimento de grãos das culturas de forma mais detalhada geograficamente (MELO et al., 2008), é o sensoriamento remoto (SR), o que decorre de uma ampla gama de opções na escolha do sensor. Nestes estudos é muito frequente o uso dos denominados índices de vegetação (IV), os quais são medidas radiométricas adimensionais que indicam a abundância relativa e a atividade da vegetação verde, incluindo índice de área foliar (IAF), porcentagem de cobertura verde, teor de clorofila, biomassa verde e radiação fotossinteticamente ativa. Entre as muitas possibilidades de equações disponíveis na literatura, o NDVI (do inglês *Normalized Difference Vegetation Index*) é o mais utilizado. Outro índice com potencial de uso para acompanhamento da vegetação é o *Enhanced Vegetation Index* (EVI), o qual foi proposto posteriormente por Huete et al. (1997). Este é um NDVI modificado, que contém um fator de ajuste para solos e dois coeficientes de correção quanto ao espalhamento atmosférico de aerossóis. As fases de crescimento e desenvolvimento das culturas anuais apresentam valores de IV distintos ao longo do tempo, caracterizando os denominados perfis temporais (RISSO et al., 2009). Estes podem ser úteis em sistemas de monitoramento para identificar se eventos adversos coincidem com estágios fenológicos críticos.

OBJETIVOS DO TRABALHO

Sabendo da importância econômica da soja para o RS, e do fato que um dos principais fatores de variabilidade na produtividade é a deficiência hídrica e que é possível monitorá-la usando índices de vegetação, o objetivo deste trabalho foi analisar o padrão temporal dos índices NDVI e EVI para três safras soja com condições hídricas distintas, de forma a possibilitar a avaliação da relação entre índices de vegetação e as condições hídricas para a cultura.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em uma área comercial de aproximadamente 34 hectares no Município de Carazinho-RS (Figura 1) sob as coordenadas 28°13'43.89" S e 52°54'15.93", nas safras 2015-2016 (15/16), 2016-2017 (16/17) e 2017-2018 (17/18). A classificação climática da região, segundo Alvares et al. (2013), é Cfa ou seja, não há ocorrência de estação seca com chuvas distribuídas ao longo do ano. Os solos que compreendem a região são Latossolos os quais, apresentam profundidade e drenagem adequado às culturas.



Mapa de localização da área experimental. Lavoura de soja localizada na Granja Capão Grande no município de Carazinho – RS

Figura 1. Mapa de localização da área experimental. Lavoura de soja localizada na Granja Capão Grande no município de Carazinho – RS.

Os dados de NDVI (Equação 1) e EVI (Equação 2) foram extraídos através da plataforma SATveg (Sistema de Análise Temporal da Vegetação) (satveg.cnptia.embrapa.br) que é uma ferramenta Web desenvolvida pela Embrapa Informática Agropecuária, destinada ao acesso e visualização de perfis temporais dos índices vegetativos NDVI e EVI do sensor MODIS em qualquer local da América do Sul.

$$NDVI = \frac{pIV - pV}{pIV + pV}$$

Eq. (106)

(1)

Sendo, ρ_{IV} a reflectância no comprimento de onda do infravermelho próximo e ρ_V a reflectância do vermelho

$$EVI = 2,5 \frac{\rho_{IV} - \rho_V}{\rho_{IV} + 6\rho_V - 7,5\rho_{Azul} + 1} \quad \text{Eq. (107)}$$

(2)

Onde, ρ_{IV} a reflectância no comprimento de onda do infravermelho próximo e ρ_V a reflectância do vermelho e ρ_{Azul} a reflectancia no comprimento de onda do azul.

Os dados meteorológicos foram coletados através de estação meteorológica instalada na lavoura. Foram utilizados dados de precipitação (P), umidade relativa (UR), velocidade do vento, radiação solar global (Rg) para as três safras de soja. A partir dos dados medidos, foi calculada a evapotranspiração potencial (ETP) através do método de Penam-Montheith (1989). Para cálculo da evapotranspiração da cultura (ETc), a ETP calculada foi multiplicada pelo coeficiente de cultura (Kc), cujos valores variaram de 0,56 a 1,50, expressando as variações no consumo hídrico de cada fase fenológica da cultura. Obtendo a ETc, foi realizado o cálculo do balanço hídrico meteorológico diário ao longo do ciclo da soja para cada safra. A capacidade de armazenamento de água no solo (CAD) foi calculado levando em consideração a umidade volumétrica para o solo da região, assim como, o desenvolvimento da raiz ao longo do ciclo do cultivo, sendo portanto variável ao longo do ciclo.

Os valores de precipitação pluvial (mm), ETc (mm), excesso e deficiência hídrica (mm) foram somados para períodos de 16 dias, conforme os Dias Julianos, afim de facilitar a comparação dos mesmos com os valores de NDVI e EVI. Os dados do balanço hídrico e dos índices de vegetação foram organizados em gráficos para visualização e análise do padrão temporal ao longo da safra. Por fim, os dados de ETc, NDVI e EVI foram separados levando em consideração o período inicial do desenvolvimento vegetativo (início de novembro até o final do mês de dezembro) e pleno desenvolvimento (início de dezembro até o final do ciclo) para que fosse realizada uma correlação de Pearson com significância estatística de 95% e 99%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 2 mostra o padrão de variação do NDVI e EVI ao longo da safra da soja para os três anos avaliados. Verifica-se que a evolução temporal do NDVI e EVI mostrou algumas similaridades, o que é típico de culturas anuais (JUNGES e FONTANA, 2009; RISSO et al., 2012; PINTO et al., 2017). Em novembro, quando ocorreu a semeadura, os valores dos IVs foram baixos e, posteriormente, mostraram crescimento até atingir o seu máximo nos meses de janeiro e fevereiro. Nestes meses, a soja encontrava-se no seu desenvolvimento vegetativo máximo. Final de março, início de abril os valores dos IVs decresceram, representando o período de maturação e de colheita da soja (Couto Junior, 2012). Apesar destas similaridades, foram observadas em ambos índices importantes diferenças entre as safras avaliadas, as quais possivelmente tenham sido decorrentes das condições hídricas distintas.



Figura 2. Perfil temporal dos índices de vegetação NDVI e EVI de três safras de soja distintas. Carazinho – RS.

Na Figura 3 estão representados graficamente os perfis temporais dos dois IVs e também o Balanço Hídrico para cada período analisado de forma a dar subsídios às análises.

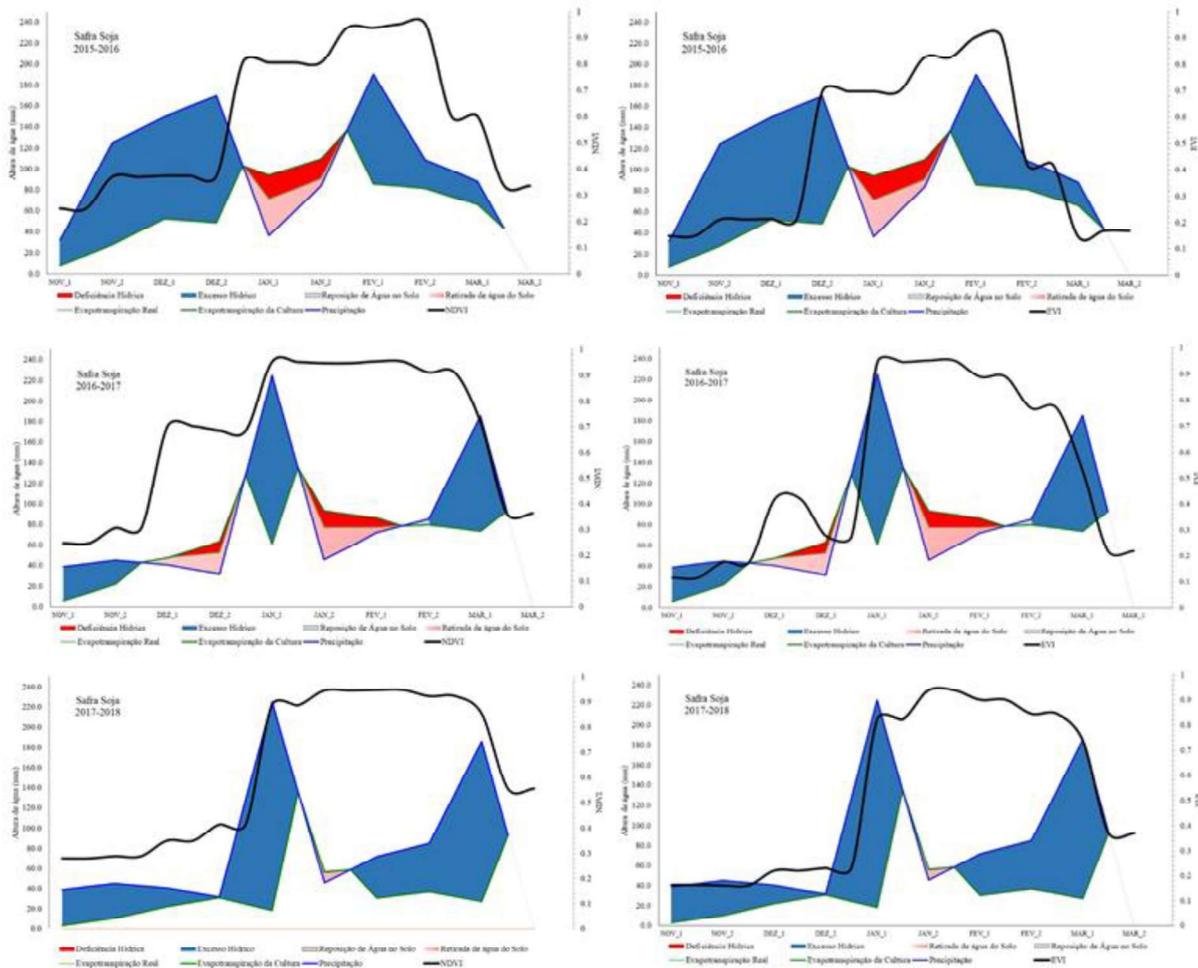


Figura 3. Balanço Hídrico e índices de vegetação para as três safras analisadas. Carazinho - RS

Para as safras 2015-2016 e 2016-2017, o balanço hídrico evidenciou a ocorrência de deficiências hídricas em alguns períodos ao longo do ciclo da soja. Na safra 2015-2016 a deficiência ocorreu durante o mês de janeiro, enquanto que na safra 2016-2017 a deficiência ocorreu no final do mês de dezembro e do mês de janeiro e início de fevereiro. Os valores de NDVI e EVI responderam a esses períodos de baixa disponibilidade hídrica com redução nos valores. Nestas duas safras o perfil temporal dos IVs não apresentou o padrão contínuo de evolução no tempo (FIORI et al., 2015) como frequentemente se observa em culturas anuais com adequada condição hídrica. Mas é importante ressaltar que, segundo Cunha (2017), períodos de deficiência hídrica no início do ciclo não acarretaram necessariamente em perda de rendimentos de grão de soja na região de Passo Fundo.

Já na safra 2017/2018, o perfil de NDVI e EVI mostraram o padrão típico de culturas anuais ao longo do ciclo da cultura. Ao compararmos os perfis dos IVs com o balanço hídrico desta safra, observa-se que evolução contínua e suave no tempo, o que pode ser explicado pelas condições hídricas do período, em que não ocorreram deficiências hídricas relevantes para as plantas. Segundo Roppa Kuss *et al.* (2008), lavouras de soja com disponibilidade hídrica adequada, seja por meio de irrigação ou precipitação pluvial ao longo de todo o ciclo, apresentam maiores rendimentos de grãos do que lavouras com disponibilidade de água irregular. Um período de seca pode estar relacionado a hidrologia do local (por exemplo, precipitação pluvial, umidade do solo), condição da planta (por exemplo, tipo, idade, estágio de crescimento e vigor, incluindo clorofila conteúdo e índice de área foliar que estão relacionados aos índices de vegetação) (JOINER et al., 2018).

Na Tabela 1 estão apresentados os valores de correlação entre ETc e os índices NDVI e EVI para as três safras analisadas. Os valores foram divididos entre a fase de desenvolvimento da soja e o pleno desenvolvimento (Reprodutivo). Na Figura 4 encontram-se os gráficos de dispersão para estes mesmos períodos.

Tabela 1. Coeficiente de correlação de Pearson entre a Evapotranspiração da cultura e os Índices de Vegetação de todas as safras (2015-2016, 2-16-2017, 2017-2018). Carazinho - RS

	Evapotranspiração da Cultura		
	Desenvolvimento Vegetativo	Pleno Desenvolvimento Reprodução	Ciclo Completo
NDVI	0,86**	-0,19	0,35*
EVI	0,71*	-0,34	0,23
* p>0,05; ** p>0,001			

Na fase do desenvolvimento vegetativo (início de novembro a final de dezembro) a ETc mostrou correlações positivas e significativas com ambos índices de vegetação (Tabela 1). Uma correlação positiva explica que o aumento de um dos fatores pode ser explicado pelo aumento do outro fator, ou seja, quanto maiores os índices de vegetação maior a evapotranspiração. Como, segundo Jensen (2011), os índices de vegetação são indicadores de biomassa verde, é esperado que em condições de maior biomassa verde, seja maior a evapotranspiração daquele dossel. Apesar das correlações significativas em ambos índices, o NDVI apresentou uma correlação mais forte (99%) e menor dispersão.

Já as correlações no período seguinte, quando as plantas se encontravam no período reprodutivo, evidenciase que especialmente o NDVI tendeu a saturação, sendo esta uma das suas principais limitações deste índice (JENSEN, 2011 e ALMEIDA, 2008). O termo saturação é usado para os casos em que aumentos ou diminuições na biomassa não resultam em consequentes variações no NDVI. Estudos vem demonstrando que para a cultura da soja a saturação do NDVI ocorre em IAF acima de 5,0 (FONTANA et al., 2018), o que é característico do período reprodutivo da cultura. As correlações realizadas nesse período do desenvolvimento da soja foram baixas e negativas, decorrentes do fato de que, enquanto a ETc continua apresentando mudanças, os IVs se mostram estabilizados em seus valores máximos, saturados.

Em decorrência da inexistência de correlação entre ETc e os IVs no período reprodutivo, quando se considera o ciclo completo, as correlações apresentam baixos valores e é significativa somente para o NDVI.

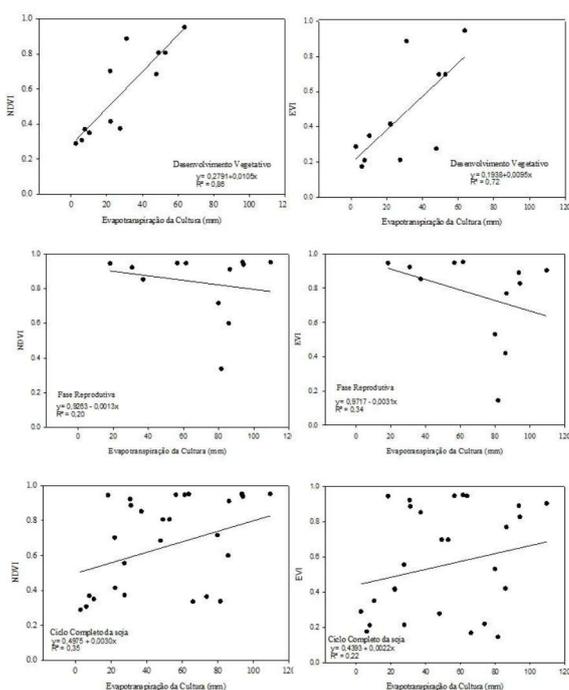


Figura 4. Gráficos de Dispersão entre os IVs e a ETC das três safras analisadas para a fase de desenvolvimento vegetativo, fase reprodutiva e todo o ciclo da cultura. Carazinho - RS

CONCLUSÃO / CONCLUSION

Os índices de vegetação, NDVI e EVI, podem ser utilizados como indicadores do desenvolvimento da soja ao longo da safra. Períodos de deficiência hídrica, demonstrados pelo balanço hídrico, acarretam em oscilações no perfil temporal dos IVs ao longo do ciclo da soja. Safras de soja em que correm pequenos ou nulos períodos de deficiência hídrica, tendem a apresentar perfis de NDVI e EVI mais contínuos. Deste modo, o balanço hídrico pode ser considerado uma boa ferramenta de uso em projetos de irrigação.

A evapotranspiração da cultura apresentou fortes correlações com os IVs, reforçando que o desenvolvimento vegetativo adequado depende das condições hídricas, principalmente.

APOIO / ACKNOWLEDGMENT

O presente trabalho foi realizado com apoio da Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - Brasil (CNPq) - Código de Financiamento 001 e pela Embrapa Trigo, por meio do projeto SEG. nº: 02.15.07.003.00.00. A equipe agradece também aos funcionários da Embrapa Trigo, Elisson S. S. Pauletti e Cristian M. Plentz, que auxiliaram na condução do experimento e coletas dos dados e a Granja Campão Grande pela parceria no trabalho.

REFERÊNCIAS / REFERENCES

ALMEIDA, Tatiana de. Respostas espectrais da soja sob diferentes condições hídricas e de preparo de solo. Dissertação (PPGSensoriamento Remoto UFRGS), 2008.

ALVARES, Clayton Alcarde et al. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, [s.l.], v. 22, n. 6, p.711-728, 1 dez. 2013. Schweizerbart. <http://dx.doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>

BERLATO, Moacir Antonio; FONTANA, Denise Cybis. Variabilidade Interanual da precipitação pluvial e rendimento da soja no Estado do Rio Grande do Sul. **Revista de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 7, n. 1, p.119-125, jul. 1999.

CONAB. Bases de dados. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/>. Acesso em 10 de set. 2018

COUTO JUNIOR, Antonio Felipe; CARVALHO JUNIOR, Osmar Abílio de; MARTINS, Eder de Souza . Séries temporais MODIS aplicadas em sucessão de culturas de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) e milho (*Zea mays* L.) em sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 64, n. 3, p. 405-418, 2012

CUNHA, Gilberto Rocca; PASINATO, Aldemir. Análise agrometeorológica da safra de soja 2016/2017 em Passo Fundo, RS. Soja: resultados de pesquisa 2016/2017, p. 9, 2017.

CUNHA, Gilberto Rocca; BERGAMASCHI, Homero. Efeitos da disponibilidade hídrica sobre o rendimento das culturas. In: BERGAMASCHI, H. et al. *Agrometeorologia aplicada à irrigação*. Porto Alegre: UFRGS, 1992. Cap.6, p.85-97.

EMBRAPA. Exigências climáticas. In: EMBRAPA. *Tecnologias de produção de soja - Paraná - 2003*. Londrina: Embrapa Soja, 2002. Cap.1, p.28-30. (Sistemas de Produção; 2).

FIORI, Diana et al. Relação entre NDVI e dados de precipitação em diferentes safras de soja no município de Cruz Alta - RS. *Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - Sbsr*, João Pessoa, v. 17, n.

1, p.6351-6357, abr. 2015. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2015/files/p1379.pdf>>. Acesso em: 14 jun. 2019.

FREITAS, Márcio de Campos Martins de. A CULTURA DA SOJA NO BRASIL: O CRESCIMENTO DA PRODUÇÃO BRASILEIRA E O SURGIMENTO DE UMA NOVA FRONTEIRA AGRÍCOLA. Enciclopédia Biosfera, Goiânia, v. 7, n. 12, p.1-12, 31 maio 2011. Disponível em: <<http://conhecer.org.br/enciclop/2011a/agrarias/a%20cultura%20da%20soja.pdf>>. Acesso em: 12 jun. 2019.

FONTANA, Denise Cybis; SANTOS, Leonardo Nascimento; DALMAGRO, Genei Antonio; SCHIRMBRCK, Juliano et al. NDVI E ALGUNS FATORES DE VARIABILIDADE. In: ANAIS DO XIX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2019, Santos. Anais eletrônicos... Campinas, GALOÁ, 2019. Disponível em: <<https://proceedings.science/sbsr-2019/papers/ndvi-e-alguns-fatores-de-variabilidade>> Acesso em: 14 jun. 2019.

HOOGENBOOM, Gerrit. Contribution of agrometeorology to the simulation of crop production and its application. **Agricultural and Forest Meteorology**, 103, 137-157, 2000.

JENSEN, J. R. Sensoriamento Remoto do Ambiente – Uma Perspectiva em Recursos Terrestres. Tradução da 2ª edição J.C.N EPIPHANIO (org.). São José dos Campos: Parênteses Editora. 2011. Cap: 11 – Sensoriamento Remoto da Vegetação, p 357.

JOINER, Joanna et al. Global relationships among traditional reflectance vegetation indices (NDVI and NDII), evapotranspiration (ET), and soil moisture variability on weekly timescales **Remote Sensing. Of Environment**, Greenbelt, p.339-352, 24 out. 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.rse.2018.10.020>>. Acesso em: 04 jun. 2019.

JUNGES, Amanda Heemann; FONTANA, Denise Cybis. Desenvolvimento das culturas de cereais de inverno no Rio Grande do Sul por meio de perfis temporais do índice de vegetação por diferença normalizada. **Cienc. Rural**, Santa Maria , v. 39, n. 5, p. 1349-1355.

KATUL, Gabriel G. et al. Evapotranspiration: A process driving mass transport and energy exchange in the soil-plant-atmosphere-climate system. *Reviews Of Geophysics*, [s.l.], v. 50, n. 3, p.1-25, 20 jul. 2012. American Geophysical Union (AGU). <http://dx.doi.org/10.1029/2011rg000366>.

MONTEIRO, José Eduardo B. A. (Org.). Agrometeorologia dos Cultivos: O fator meteorológico na produção agrícola. Brasília: Inmet, 2009. 530 p. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/css/content/home/publicacoes/agrometeorologia_dos_cultivos.pdf>. Acesso em: 14 jun. 2019.

MELO, Ricardo Wanke de et al. Indicadores de produção de soja no Rio Grande do Sul comparados ao zoneamento agrícola. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 12, p.1167-1175, dez. 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v39n12/22857.pdf>>. Acesso em: 14 jun. 2019.

MELO, R. W. de et al. An agrometeorological–spectral model to estimate soybean yield, applied to southern Brazil. **International Journal Of Remote Sensing**, [s.l.], v. 29, n. 14, p.4013-4028, 14 jun. 2008. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/01431160701881905>.

PINTO, Daniele Gutterres et al. Temporal dynamics of spectral reflectance and vegetation indices during canola crop cycle in southern Brazil. **Cienc. Rural**, Santa Maria , v. 47, n. 1, e20151403, 2017 .

RIZZI, Rodrigo et al. Estimativa da área de soja no Mato Grosso por meio de imagens MODIS, 2008. Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasil, 25-30 abril 2009, INPE, p. 387-394.

RISSO, Joel et al. Índices de vegetação Modis aplicados na discriminação de áreas de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 47, n. 9, p.1317-1326, set. 2012. Disponível em:

<https://www.researchgate.net/profile/Marcos_Adami/publication/267560026_Indices_de_vegetacao_Modis_aplicados_na_discriminacao_de_areas_de_soja/links/54626fb30cf2c0c6aec1b263.pdf>. Acesso em: 14 jun. 2019.

Roppa Kuss, Rejane Cristina, et al. Populações de plantas e estratégias de manejo de irrigação na cultura da soja. **Ciência Rural**, vol. 38, no. 4, 2008, p. 1133+. Academic OneFile, https://link.galegroup.com/apps/doc/A193835793/AONE?u=ufrgs_br&sid=AONE&xid=c840fa72. Accessed 4 June 2019

ROUSE, J.W. et al. Monitoring vegetation systems in the great plains with ERTS. 1973 In: Earth Resources Technology Satellite Symposium, 3., 1973, Washington. Proceedings... Washington: NASA. p.309-317.

 <p>http://cbmet2018.com.br/images/logo/logo.png</p>	<p>27 e 30 de novembro de 2018</p> <p>Página de</p>
---	--