



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

Sensibilidade da relação entre TS e NDVI para área de cultivo de soja



Lucimara Wolfarth Schirmbeck¹; Denise Cybis Fontana²; Juliano Schirmbeck³

¹Eng. Ambiental, mestranda do PPGSR da UFRGS, Porto Alegre – RS, Fone: (51) 3308-6221 lucimaraws@gmail.com

²Eng. Agrônoma, professora do Depto. de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia, UFRGS, Porto Alegre – RS, dfontana@ufrgs.br

³Eng. Eletricista, doutorando do PPGSR da UFRGS, Porto Alegre – RS, schirmbeck.j@gmail.com

RESUMO: O objetivo do trabalho foi caracterizar a relação entre a temperatura da superfície (TS) e o NDVI, assim como analisar a sensibilidade dos parâmetros desta relação, visando o cálculo do índice TVDI como forma de monitorar a condição hídrica em áreas de cultivo de soja no Rio Grande do Sul. As safras analisadas foram 2004/2005 e 2009/2010 por apresentarem baixos e altos rendimentos de grãos, respectivamente. Foram utilizados dados de TS (MOD11A2) e NDVI (MOD13A2) capturados pelo sensor MODIS a bordo plataforma Terra, ambos com resolução espacial de 1.000 m, temporal de 8 dias, totalizando 14 datas de análise ao longo de cada safra. A área de estudo compreendeu o noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, região que se destaca no cultivo da soja. A relação entre a TS e o NDVI gera uma dispersão característica de forma triangular, a qual é definida pelos limites úmido e seco. O limite úmido corresponde a T_{min}, obtido através da média das temperaturas mínimas. Já os parâmetros "a" e "b" são os coeficientes linear e angular da reta que representa o limite seco. Os resultados mostraram que a T_{min} foi diferente entre as safras analisadas, evidenciando as diferenças de disponibilidade hídrica, e os parâmetros "a" e "b" mostraram um padrão inverso, também associado ao fator hídrico. Portanto, a forma do triângulo evaporativo obtido da relação entre a TS e o NDVI é capaz de representar as diferenças de disponibilidade hídrica da vegetação ao longo da safra e entre safras.

PALAVRAS-CHAVE: sensoriamento remoto, estresse hídrico, TVDI.

Sensitivity of the relationship between TS and NDVI for soybean cultivation area

ABSTRACT: The objective was to characterize the relationship between the surface temperature (TS) and NDVI, and analyze the sensitivity of the parameters of this relationship, in order to calculate the TVDI index as a way to monitor water conditions in soybean growing areas in Rio Grande do Sul. 2004/2005 and 2009/2010 crop years were analyzed for presenting low and high grain yields, respectively. TS data were used (MOD11A2) and NDVI (MOD13A2) captured by the MODIS sensor on board Earth platform, both with spatial resolution of 1,000 m, time of 8 days, totaling 14 analysis dates throughout each season. The study area included the northwest of the State of Rio Grande do Sul, a region that stands out in soybean cultivation. The relationship between the TS and the NDVI generates a dispersion characteristic triangular shape which is defined by limits wet and dry. The wet limit corresponds to T_{min}, obtained by averaging the minimum temperatures. Since the parameters "a" and "b" are linear and angular coefficients of the straight line representing the limit dry. The results showed that the T_{min} was different between the analyzed harvests and differences in water availability, and the parameters "a" and "b" showed an inverse pattern, also associated with the water factor. Therefore, the shape of evaporative triangle obtained from the relationship between TS and NDVI is able to represent the differences in water availability in the vegetation along the harvest and between harvests.

KEY WORDS: remote sensing, water stress, TVDI.

O Estado do Rio Grande do Sul se caracteriza pela intensa produção de grãos. A cultura da soja é a que mostra maior produção totalizando 4,6 milhões de toneladas na safra de 2012/2013 a qual se encontra, ainda, em processo de expansão na área de cultivo. Nas safras de 2012/2013 e 2013/2014 ocorreu um aumento em torno de 5% (EMATER/RS, 2013).

A precipitação pluvial abaixo da demanda evaporativa da atmosfera determina a ocorrência de estiagem, que se prolongada no tempo, pode gerar estresse hídrico nas plantas, o qual compromete a produção agrícola e, em consequência, a economia do Estado. É de extrema importância, portanto, conhecer o padrão espaço temporal dos níveis de estresse hídrico da vegetação especialmente nas regiões maior produtoras.

O sensoriamento remoto é uma ferramenta que pode contribuir neste contexto, pois são disponibilizadas informações que possibilitam monitorar o desenvolvimento da vegetação em tempo real, como os Produtos Modis. Índices, como o TVDI (do inglês *Temperature Vegetation Dryness Index*), têm sido propostos para este fim e utilizados com sucesso em diversas partes do mundo (Sandholt et al. 2002; Yang et al. 2008; Rahimzadeh-Bajgiran et al. 2012; Holzman et al. 2014). A adequação do uso para as condições específicas do Rio Grande do Sul precisa ser testada.

O objetivo do trabalho foi caracterizar a relação entre a temperatura da superfície (TS) e o NDVI, assim como analisar a sensibilidade dos parâmetros desta relação, visando o cálculo do índice TVDI como forma de monitorar a condição hídrica em áreas de cultivo de soja no Rio Grande do Sul.

MATERIAIS E MÉTODOS

A área de estudo foi a região noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (Figura 1). A agricultura nesta região é a base da economia e a cultura de verão que se destaca é a soja.

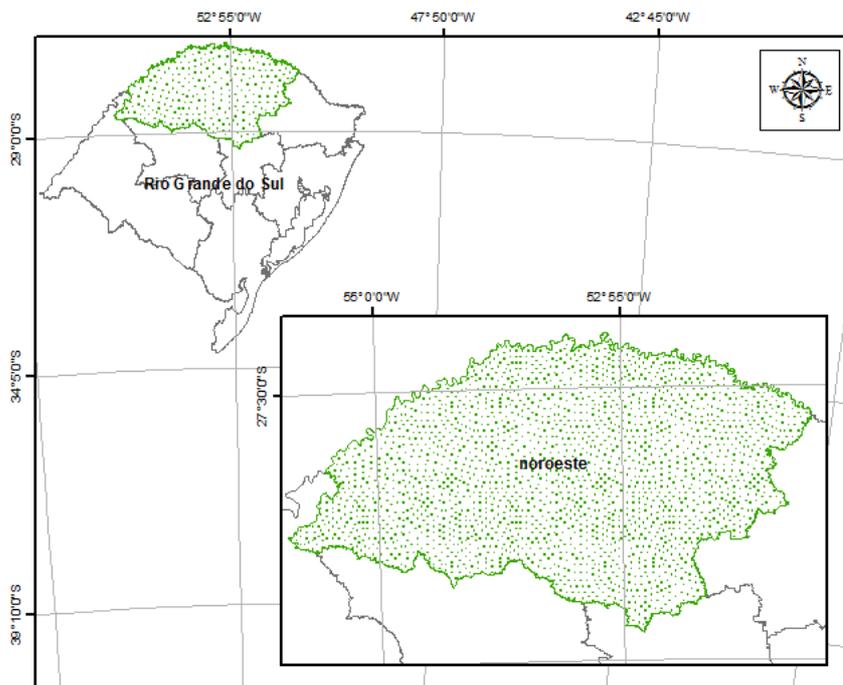


Figura 1. Localização da área de estudo no Estado do Rio Grande do Sul.

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros

Foram utilizados dados capturados pelo sensor MODIS a bordo plataforma Terra, os quais são apresentados sob a forma de produtos. O produto MOD11A2 (Temperatura de Superfície da Terra - TS) disponibiliza a temperatura a partir de imagens geradas a cada 8 dias com máscara de nuvens. O produto MOD13A2 disponibiliza o NDVI, sendo que para cada pixel da imagem é apresentado o índice de vegetação mais alto encontrado no período de 16 dias, o que tem como objetivo proporcionar a total cobertura de uma grande área sem a presença de nuvens. Foram utilizados os dados de TS e de NDVI com resolução espacial de 1.000 m correspondendo, respectivamente, a composições de períodos de 8 e 16 dias. O período de análise correspondeu às safras de 2004/2005 e de 2009/2010, totalizando 14 imagens de NDVI e 14 de TS para cada safra. Para cobrir a área de estudo foi efetuado o *download* no banco de dados da LP DAAC USGS dos produtos MODIS *tile* h13v11, o qual foi projetado para as coordenadas geográficas WGS – 84, recortada a área de estudo e aplicada máscara na área de cultivo de soja da safra equivalente. O processamento das imagens foi efetuado com o software ENVI 5.0, versão classic, para o qual se programou rotinas de processamento na linguagem de programação IDL 8.2.

A área de cultivo de soja foi mapeada pela metodologia da Diferença entre o NDVI do período de implantação (16/10, 01/11, 17/11, 03/12 e 19/12) e o do máximo desenvolvimento (02/02, 18/02, 06/03 e 22/03), conforme proposto por Santos et al. (2014). Consideraram-se soja os pixels que apresentaram a diferença no intervalo de 0,3 a 1 para a safra de 2004/2005 e de 0,39 a 1 para a safra de 2009/2010, sendo que o critério de determinação deste limiar foi a busca de uma área de cultivo próxima à área plantada divulgada pelo IBGE. Estas safras foram escolhidas por apresentarem rendimentos de grãos contrastantes, sendo de 0,5 e 2,7 t.ha⁻¹, respectivamente para 2004/2005 e 2009/2010.

Para a obtenção do TVDI, as imagens de TS e de NDVI foram relacionadas (Figura 2), obtendo-se um padrão de dispersão característico de forma triangular, o qual depende da biomassa existente e do teor de umidade do solo (Price, 1990; Carlson et al. 1994).

O cálculo da T_{min} (temperatura mínima de superfície) foi efetuado através da média das temperaturas mínimas e correspondente ao limite úmido. Os parâmetros "a" e "b" são respectivamente os coeficientes linear e angular da reta e representam o limite seco. T_{min} e os parâmetros "a" e "b" foram determinados para cada dia das safras analisadas.

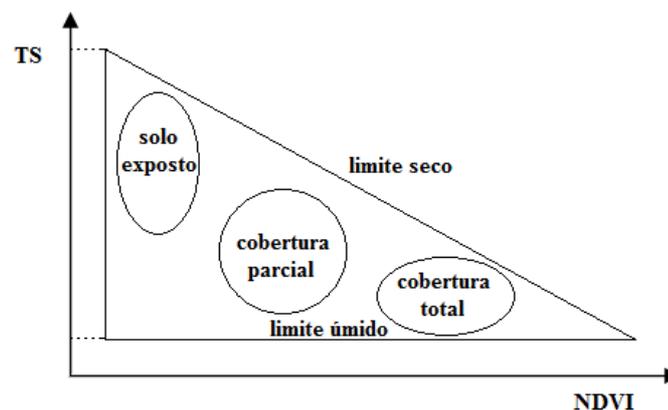


Figura 2. Triângulo Evaporativo.
Fonte: Adaptado de Sandholt et al. (2002).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O parâmetro T_{min} foi diferente entre as safras analisadas (Figura 3a). A safra de 2004/2005 apresentou temperaturas mínimas anuais superiores à safra de 2009/2010. Na safra de 2009/2010 houve maior precipitação pluvial, com valores médios na região superiores a 300 K em janeiro, o que

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros

possivelmente foi consequência da vegetação ter controlado a temperatura através do processo da evapotranspiração. Já na safra 2004/2005 (Figura 4), os valores de precipitação pluvial foram bastante inferiores à normal climatológica nos meses de dezembro a março, resultando em maiores temperaturas.

Os parâmetros "a" e "b" estimados para o cálculo do triângulo evaporativo apresentaram variabilidade ao longo da safra (Figura 3a e b), o que revela a sensibilidade dos mesmos às condições hídricas da superfície. No período de maior T_{min}, com precipitação pluvial inferior a normal climatológica (Figura 4), o parâmetro "a" apresentou os maiores valores. O oposto foi observado no período de maior precipitação pluvial e menor T_{min}. Já o parâmetro "b" tem comportamento inverso ao "a".

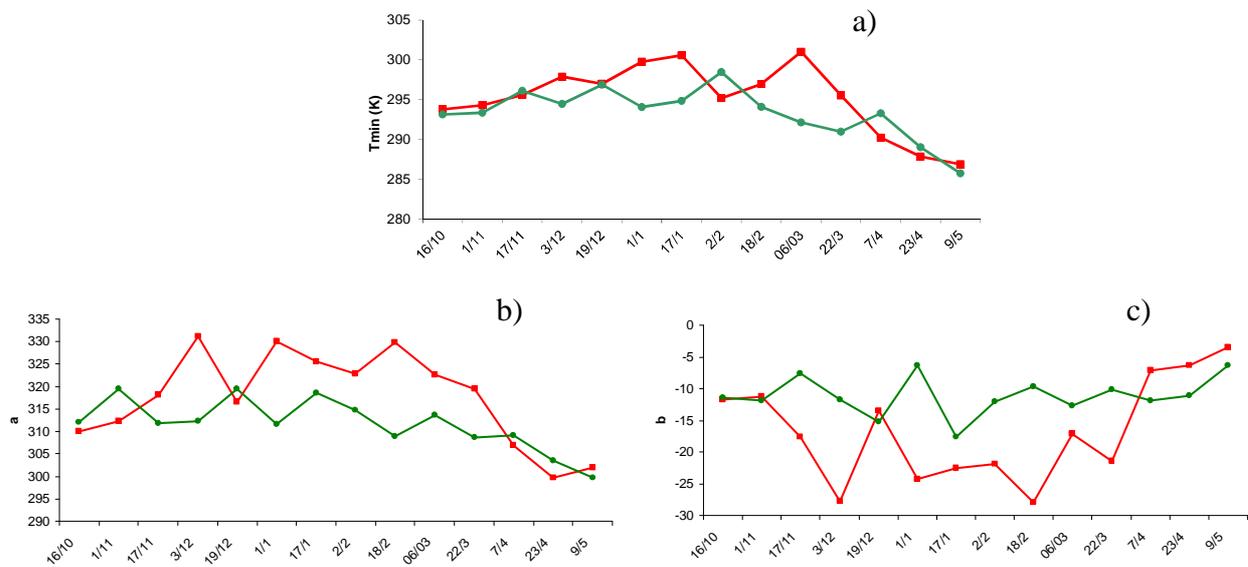


Figura 3. Evolução temporal da T_{min} e dos parâmetros "a" e "b" do triângulo evaporativo. Legenda: vermelho safra 2004/2005, verde safra 2009/2010.

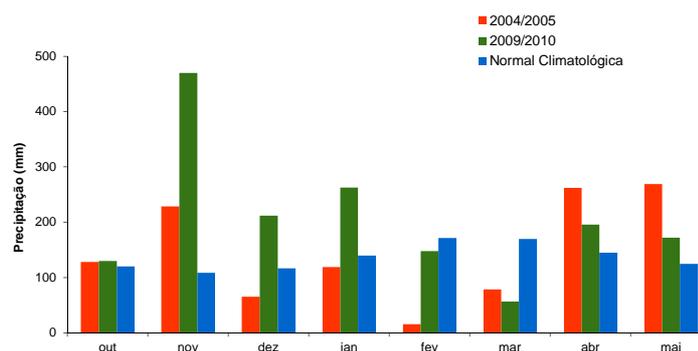


Figura 4. Precipitação pluvial em Cruz Alta-RS para as safras 2004/2005 e 2009/2010.

Fonte: INMET.

A forma do triângulo em condições distintas de TVDI é mostrada nas Figuras 5 e 6. Dezembro de 2004 foi um mês bastante seco (Figura 4), mês em que na dispersão entre NDVI e T_{min} se observa uma inclinação da reta maior, com um "b" de -27, enquanto a T_{min} foi de 297 K (Figura 5 b). Nesta data foram observados altos índices de TVDI (Figura 5 a), indicando condição de estresse hídrico.

Padrão inverso pode ser observado na dispersão de janeiro de 2010. Em condições de adequado suprimento de água, a dispersão observada no triângulo é maior. A inclinação da reta é menor, com o

valor de "b" igual -17, e a T_{min} é menor, de 294 K (Figura 6 b) e, conseqüentemente, o TVDI apresentou menores índices (Figura 6 a).

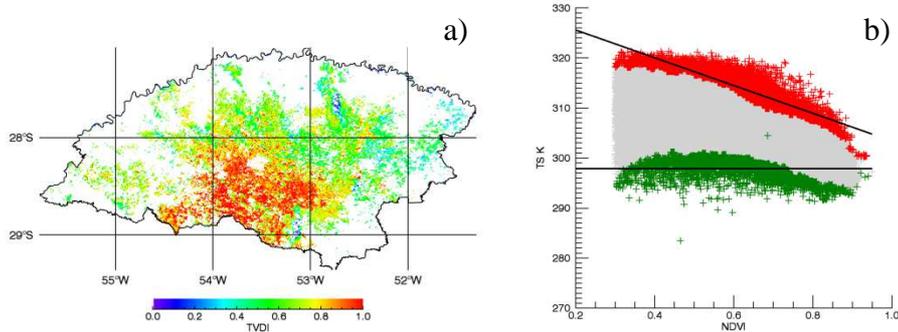


Figura 5. TVDI e Dispersão entre NDVI e TS para data 2/12/2004.

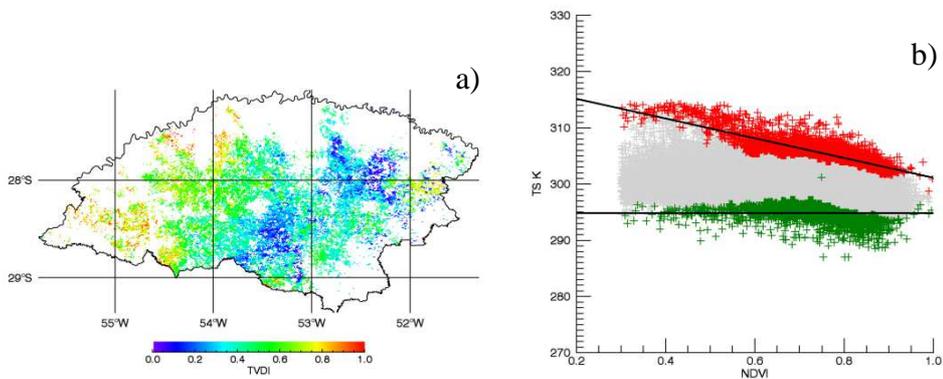


Figura 6. TVDI e Dispersão entre NDVI e TS para data 17/1/2010.

CONCLUSÕES

A forma do triângulo evaporativo obtido da relação entre a TS e o NDVI é capaz de representar as diferenças de disponibilidade hídrica da vegetação ao longo da safra e entre safras.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

EMATER/RS - Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural. Informativo conjuntural 29 de agosto de 2013. Disponível em:

http://www.emater.tche.br/site/arquivos_pdf/conjuntural/ conj_29082013.pdf.

Fontana, D. C., Berlato, M. A., Lauschner, M. H., Mello, R. W.,. Modelo de estimativa de rendimento de soja no Estado do Rio Grande do Sul. Pesq. agropec. bras., Brasília, v. 36, n. 3, p. 399-403, 2001.

Holzman, M. E., Rivas, R., Bayala, M. Subsurface soil moisture estimation by VI-LST method. IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters, Vol. 11, No. 11, November 2014.

INMET, Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/>>



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

Matzenauer, R., Bergamaschi, H., Berlato, M. A., Maluf, J. R. T., Barni, N. A., Bueno, A. C., Didoné, I. A., Anjos, C. S., Machado, F. A., Sampaio, M. R., Boletim FEPAGRO, Consumo de água e disponibilidade hídrica para milho e soja no Rio Grande do Sul, n. 10, agosto 2002.

Rahimzadeh-Bajgiran, P., Omasa, K., Shimizu, Y. Comparative evaluation of the Vegetation Dryness Index (VDI), the Temperature Vegetation Dryness Index (TVDI) and the improved TVDI (iTVDI) for water stress detection in semi-arid regions of Iran. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing Vol. 68, p 1–12, 2012.

Sandholt, I., Rasmusen, K., Andersen, J. A simple interpretation of the surface temperature/vegetation index space for assessment of surface moisture status. Remote Sensing of Enviromenmt, 79: 213-224. 2002.

Santos, J. S., Fontana, D. C., Silva, T. F., Rudorff, B. F. T., Identificação da dinâmica espaço-temporal para estimar área cultivada de soja a partir de imagens MODIS no Rio Grande do Sul, Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.18, n.1, p.54-63, 2014.

Yang, X. Wu, J. J., Shi, P. J., Yan, F. Modified triangle method to estimate soil moisture status with moderate resolution imaging spectroradiometer(MODIS) Products. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. Vol. XXXVII. Part B8. Beijing 2008.