



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 **Índice TVDI como indicativo de disponibilidade hídrica**



Lucimara Wolfarth Schirmbeck¹; Andreise Moreira²; Denise Cybis Fontana³; Juliano Schirmbeck⁴

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

²Geógrafa, doutoranda do PPGSR da UFRGS, Porto Alegre – RS, UFRGS, Porto Alegre – RS, andreisem@gmail.com

³Eng. Agrônoma, professora do Depto. de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia, UFRGS, Porto Alegre – RS, dfontana@ufrgs.br

⁴Eng. Eletricista, doutorando do PPGSR da UFRGS, Porto Alegre – RS, schirmbeck.j@gmail.com

RESUMO: Testar técnicas que possam ser utilizadas para quantificar a ocorrência de estresse hídrico no Rio Grande do Sul é de extrema importância para o monitoramento da cultura da soja, pois no Estado, apesar de apresentar precipitação pluvial bem distribuída ao longo do ano, é frequente a ocorrência de deficiência hídrica. O presente trabalho utilizou o índice TVDI, que se baseia na relação direta que ocorre entre a temperatura de superfície (TS) e o índice de cobertura vegetal (NDVI), para analisar a disponibilidade hídrica para a cultura da soja. Foram utilizados os produtos MODIS MOD11A2 (Temperatura de Superfície da Terra - TS), com resolução temporal de 8 dias, e o produto MOD13A2 (NDVI), com resolução temporal de 16 dias, ambos com resolução espacial de 1 km. A partir das imagens geradas de TVDI e de precipitação pluvial acumulada verificaram-se diferenças importantes entre as safras de 2004/2005 e 2009/2010, as quais apresentaram respectivamente baixo e alto rendimento de grãos. Na safra 2004/2005 a escassez de chuvas nos estádios de maturação e enchimento de grãos, período crítico da cultura à falta d'água, limitou a obtenção de altos rendimentos. Padrão inverso foi verificado na safra 2009/2010. O índice TVDI possibilita o entendimento do padrão de resposta da vegetação frente à disponibilidade hídrica, e, portanto, é um índice que pode ser utilizado para monitorar a disponibilidade hídrica da cultura da soja, apresentando vantagens em relação à interpolação de dados de estações meteorológicas.

PALAVRAS-CHAVE: MODIS, precipitação pluvial, estresse hídrico.

TVDI index as an indicator of water availability

ABSTRACT: Test techniques that can be used to quantify the occurrence of drought stress in Rio Grande do Sul is of utmost importance for monitoring the soybean crop because the state, despite a well distributed rainfall throughout the year, the occurrence is frequent water deficit. This study used the TVDI index, which is based on the direct relationship that occurs between the surface temperature (TS) and the vegetation index (NDVI), to analyze the water availability for the soybean crop. The MODIS MOD11A2 products (Earth Surface Temperature - TS) were used with temporal resolution of 8 days, and the MOD13A2 product (NDVI) and temporal resolution of 16 days, both with spatial resolution of 1 km. From the images generated from TVDI and cumulative rainfall there were significant differences between the 2004/2005 and 2009/2010 crop, which had respectively low and high yield. In the 2004/2005 harvest the lack of rain in maturity stages and grain filling, critical period of crop to water shortages, limited to obtaining high yields. Reverse pattern was observed in the 2009/2010 harvest. The TVDI index enables understanding the front of the vegetation pattern of response to water availability, and therefore is an index that can be used to monitor the water availability of the soybean crop, with advantages over the interpolation of meteorological data.

KEY WORDS: MODIS, rainfall, water stress.

Comumente o monitoramento da condição hídrica de culturas agrícolas é feito usando dados de estações meteorológicas, as quais são de vital importância, pois representam a “verdade” quanto às condições meteorológicas ocorridas. Entretanto, é muito comum haver uma distribuição esparsa das estações causando lacunas em termos de representação da variabilidade espacial dos dados. Para auxiliar neste monitoramento tem-se o sensoriamento remoto, que apresenta a vantagem da cobertura de grandes áreas, com grande detalhamento espacial bem maior que dados de estações, tornando-se numa ferramenta que pode contribuir para o monitoramento das safras. Vários índices derivados das imagens são propostos na literatura, para fins de monitoramento, dentre eles, destaca-se o TVDI (do inglês *Temperature Vegetation Dryness Index*), que é muito interessante, pois se baseia na relação direta que ocorre entre a temperatura de superfície (TS) e o índice de cobertura vegetal (NDVI).

No Rio Grande do Sul a soja que é a cultura de maior área, mas apresenta rendimento de grãos inferior ao obtido em outras regiões. O fator limitante para a produção da cultura no Estado são as frequentes estiagens, com períodos de baixa disponibilidade hídrica, que favorecem a ocorrência de estresse hídrico nas culturas, comprometendo a produção agrícola. Em termos de necessidades hídricas na soja, há um aumento progressivo à medida que ocorre o desenvolvimento da planta (Fontana et al. 2001, Matzenauer et al. 2002), fazendo com que a maior demanda de água da planta coincida com os meses mais quentes do ano, com maior demanda evaporativa da atmosfera. Sendo a estiagem o principal fator de perdas de safras no RS, é importante testar índices capazes de identificar e quantificar a ocorrência deste fenômeno adverso, com adequada representação da variabilidade espacial deste fenômeno na região produtora.

O objetivo deste trabalho foi analisar o padrão do TVDI em safras com distintas condições hídricas.

MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi efetuado para as safras de 2004/2005 e 2009/2010 em áreas de cultivo de soja no noroeste do Rio Grande do Sul, a qual concentra grande volume de produção de grãos.

O TVDI foi calculado com a aplicação da Equação (1), proposta por Sandholt et al. (2002).

$$\text{TVDI} = (\text{TS} - \text{TS}_{\min}) / ((a + b * \text{NDVI}) - \text{TS}_{\min}) \quad (1)$$

onde: TS é a temperatura radiativa da superfície; TS_{\min} é a temperatura mínima de superfície, correspondente ao limite úmido; ‘a’ e ‘b’ são os coeficientes linear e angular da reta que representam o limite seco.

O TVDI baseia-se em um triângulo evaporativo, TS em função de NDVI, em lados opostos neste triângulo tem-se o solo exposto e a cobertura total, o índice é um modelo normalizado que varia entre 0 e 1 para cada imagem. Os limites, seco e úmido são obtidos a partir de um gráfico de dispersão entre o índice de vegetação e a temperatura de superfície são utilizados para normalização do modelo.

Foram utilizados os dados de TS e de NDVI disponíveis nos produtos MODIS. Os dados capturados pelo sensor MODIS a bordo plataforma Terra, em forma de produto de TS MOD11A2, disponibiliza a temperatura a partir de imagens geradas a cada 8 dias com máscara de nuvens. O produto MOD13A2 disponibiliza o NDVI, onde para cada pixel da imagem é apresentado o maior índice de vegetação encontrado no período de 16 dias. Os produtos de TS e NDVI tem resolução espacial de 1Km correspondendo, respectivamente, a composições de períodos de 8 e 16 dias. Para cobrir a área de estudo

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros

foi efetuado o *download* no banco de dados da LP DAAC USGS dos produtos *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.

A área de cultivo de soja foi mapeada pela metodologia da Diferença entre o NDVI do período de implantação e o do máximo desenvolvimento (Santos et al. 2014). Esta metodologia consiste na obtenção de uma imagem de mínimo NDVI, utilizando as datas (16/10, 01/11, 17/11, 03/12 e 19/12), e uma imagem de máximo NDVI, das datas 02/02, 18/02, 06/03 e 22/03, utilizadas para posterior cálculo da imagem de Diferença. Consideraram-se soja os pixels que apresentaram a diferença de NDVI dentro do intervalo de 0,3 a 1 para a safra de 2004/2005 e de 0,39 a 1 para a safra de 2009/2010. O critério de determinação deste limiar foi a busca de uma área de cultivo semelhante à área plantada divulgada pelo IBGE.

A partir de dados de precipitação pluvial oriundos de 18 estações meteorológicas do INMET – Instituto Nacional de Meteorologia, situadas no Estado do RS (Figura 1) foram gerados mapas de distribuição espacial da precipitação pluvial acumulada em 16 dias, com uso da técnica de interpolação dos dados das estações, com o software Surfer 11, visando comparar os mapas de precipitação pluvial com os mapas do índice TVDI.

Para analisar a relação entre a precipitação pluvial e o TVDI foram criados gráficos de dispersão entre a precipitação acumulada e TVDI médio da estação meteorológica de Cruz Alta ao longo de cada uma das safras analisadas.

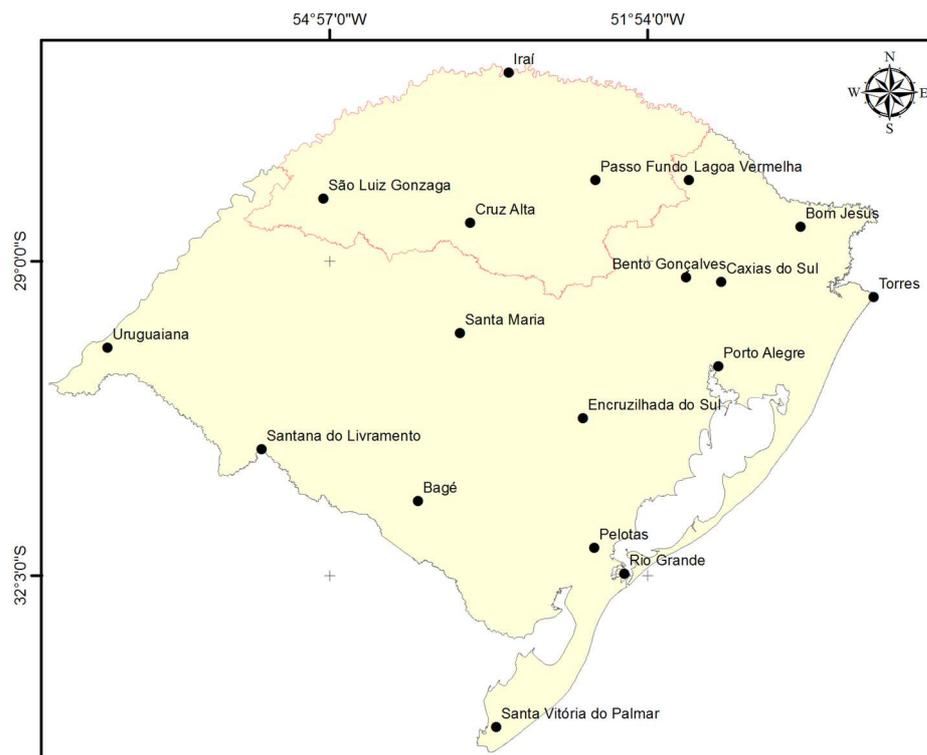


Figura 1. Localização das Estações meteorológicas e da área de estudo. Legenda: Marcações das estações meteorológicas; destacado em vermelho a área de estudo no noroeste do Estado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A safra 2004/2005 foi marcada pelo baixo rendimento de grãos ($0,5 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$). Neste período que houve baixo regime de precipitação pluvial acumulada. Tomando como ilustração o dia 18/2 (Figura 2), quando a cultura está em máximo desenvolvimento vegetativo, valores altos do índice foram observados para toda a área de estudo. Este é o estágio de desenvolvimento em que ocorre a máxima demanda hídrica da soja, coincidindo com o florescimento e formação de grãos (R1 – R5), sendo determinante do potencial produtivo.

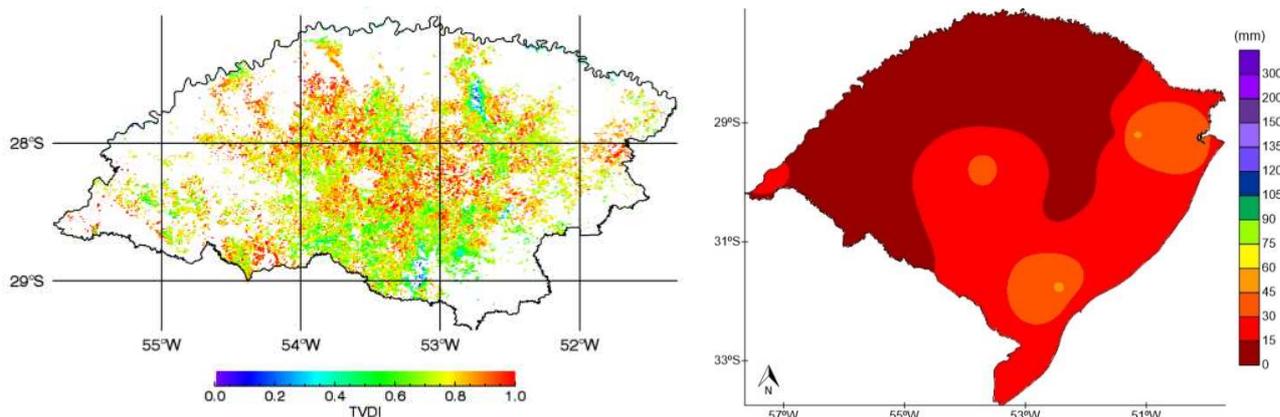


Figura 2. Índice TVDI de estresse hídrico para o noroeste e precipitação acumulada do RS para data 18/2/2005.

A safra de 2009/2010 foi contrastante quando comparada com a de 2004/2005. Observa-se no mapa exemplo de TVDI índices mais baixos, associado à precipitação pluvial em maior quantidade. Verifica-se que em 17/1 (Figura 3) a precipitação pluvial foi bem superior a da safra de 2004/2005, assim como o índice TVDI foi menor. Nesta condição favorável, os rendimentos de grãos também foram superiores, próximos a $2,7 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$.

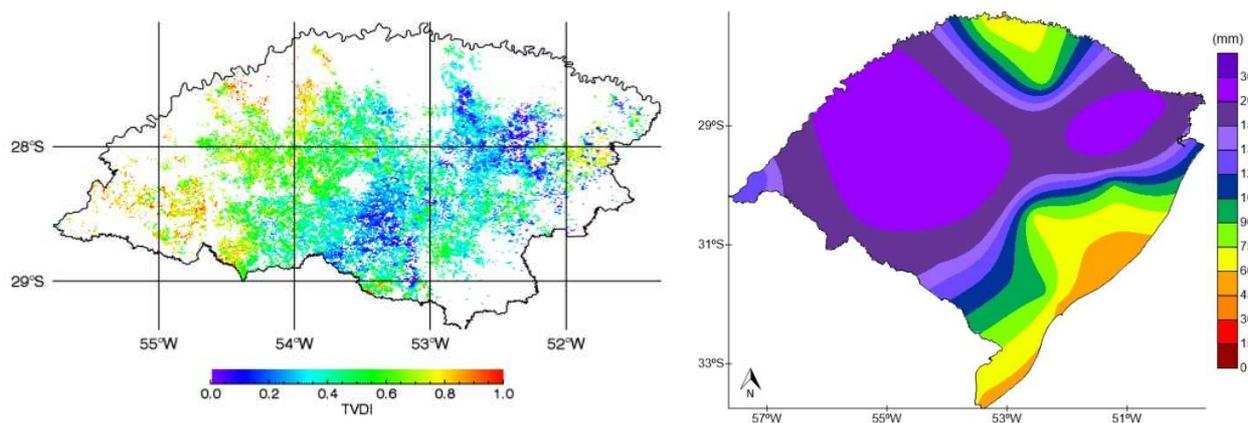


Figura 3. Índice TVDI de estresse hídrico para o noroeste e precipitação acumulada do RS para data 17/1/2010.

Destacam-se ainda as vantagens do uso das imagens TVDI em termos de representatividade espacial das condições hídricas para a cultura da soja. Enquanto os dados de TVDI apresentam resolução espacial de 1 km, representando em detalhes a variabilidade, os mapas de precipitação são obtidos a

partir de interpolação espacial de dados medidos em estações meteorológicas distantes em vários quilômetros.

Na dispersão entre o parâmetro ‘b’ utilizado para delimitar o limite seco do triângulo evaporativo e a precipitação pluvial ocorrida na estação meteorológica de Cruz Alta (Figura 4) se verifica que, para o conjunto total de dados (ambas as safras) existe a tendência de diminuição do parâmetro ‘b’ com a diminuição da precipitação. Da mesma forma observa-se a tendência de diminuição na temperatura mínima, que determina o limite úmido do triângulo evaporativo, com o aumento da precipitação.

Também podemos observar que em ambas as dispersões ocorrem agrupamento dos pontos do ano seco (2004/2005 em vermelho) e do ano úmido (2009/2010 verde), este agrupamento pode ser constatado pela análise dos valores médios de b -16,72 (ano de menor disponibilidade hídrica) e -11,14 (ano de maior disponibilidade hídrica).

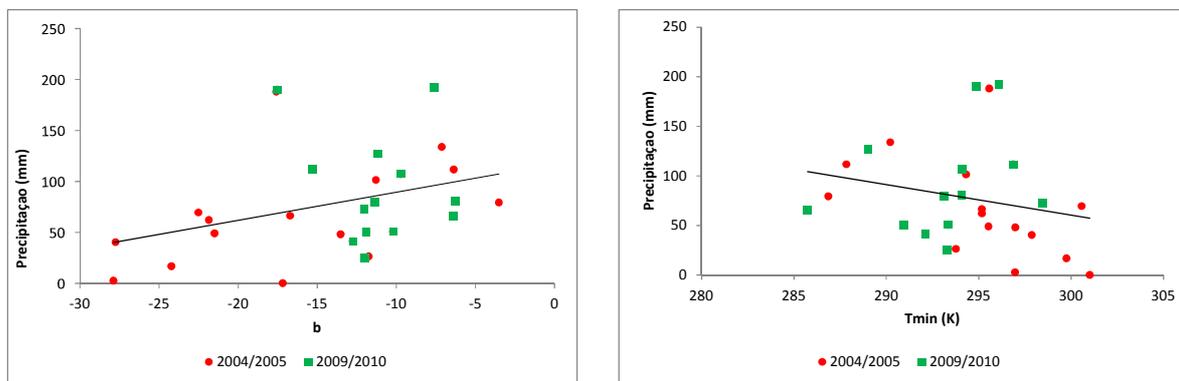


Figura 4. Dispersão entre precipitação e os parâmetros ‘b’ e Tmin utilizados para obtenção do TVDI.

Tanto o índice TVDI como os parâmetros ‘b’ e Tmin possibilitam o entendimento do comportamento da vegetação frente à disponibilidade hídrica, a diminuição de ‘b’ que representa uma maior declividade na reta de determinação do limite seco ocorrem em momentos mais secos, o que representa a existência de pixels mais quentes nos diferentes níveis de cobertura vegetal (NDVI). A Tmin apresentou uma diminuição com o aumento da precipitação o que dá indicio da maior disponibilidade de água no solo proporcionando a vegetação o melhor controle de temperatura.

CONCLUSÕES

O TVDI é um índice que pode ser utilizado para monitorar a cultura da soja representando as diferentes magnitudes da disponibilidade hídrica, apresentando vantagens de representatividade espacial em relação à interpolação de dados de estações meteorológicas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Fontana, D. C., Berlatto, 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, mar. 2001.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em:
<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>



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.

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.