

RELAÇÃO ENTRE O TVDI E A UMIDADE DO SOLO DERIVADOS DE PRODUTOS ORBITAIS PARA O MUNICÍPIO DE CARAZINHO-RS DURANTE A SAFRA DE VERÃO 2017-2018.

Guilherme Ari Ferreira de Oliveira¹, Denise Cybis Fontana², Lucimara Wolfarth Schirmbeck³.

¹Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil, oliveira.guilhermeaf@gmail.com; ²Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil, dfontana@ufrgs.br; ³Centro Estadual de Pesquisas em Sensoriamento Remoto e Meteorologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil, lucimaraws@gmail.com.

RESUMO

As variáveis meteorológicas influenciam fortemente o desenvolvimento e o potencial produtivo das culturas, sendo o déficit hídrico a causa mais comum de perdas de safras no Rio Grande do Sul. O objetivo deste trabalho foi avaliar a relação entre o TVDI, derivado de produtos MODIS, e a umidade do solo, derivada de dados SMAP/S1, para o município de Carazinho – RS, durante a safra de verão de 2017-2018. Foram utilizados três conjuntos de dados: produtos MODIS de TS (MOD11A2) e de NDVI (MOD13A2) para cálculo do TVDI (12 imagens); umidade do solo (SM) SMAP/Sentinel1.L2.v3 (11 imagens); e dados de precipitação CHIRPS (diário no período). Foi possível observar que a SM apresenta grande variação temporal, de forma dependente da precipitação pluvial. O TVDI apresentou redução nos valores no final do ciclo. Os produtos TVDI-MODIS e SM-SMAP/S1 apresentaram coerência no comportamento do perfil temporal.

Palavras-chave — Monitoramento da Condição Hídrica, Umidade da Superfície, MODIS, SMAP..

ABSTRACT

Meteorological variables strongly influence the development and productive potential of crops, with water deficit being the most common cause of crop losses in Rio Grande do Sul. The objective of this study was to evaluate the relationship between TVDI, derived from MODIS products, and soil moisture, derived from SMAP/S1 data, for the municipality of Carazinho - RS, during the 2017-2018 summer crop. Three data sets were used: MODIS products from TS (MOD11A2) and from NDVI (MOD13A2) to calculate the TVDI (12 images); soil moisture (SM) SMAP/Sentinel1.L2.v3 (11 images); and CHIRPS rainfall data (daily in period). It was possible to observe that the SM presents great temporal variation, depending on the rainfall. The TVDI showed a reduction in values at the end of the cycle. The TVDI-MODIS and SM-SMAP/S1 products showed consistency in the temporal profile behavior.

Key words — *Water Condition Monitoring, Surface Humidity, MODIS, SMAP.*

1. INTRODUÇÃO

O Estado Rio Grande do Sul (RS) é um dos maiores estados produtores de soja do Brasil, onde na safra de 2017-2018 foi o segundo Estado com maior área semeada, 5,69 milhões de hectares (ha), e o terceiro em produtividade média com 3013 kg ha⁻¹ [1]. As maiores produtividades no Estado são alcançadas em anos onde não ocorrem restrições hídricas no período de cultivo, o que é consequência principalmente de variações na precipitação pluvial.

No RS não existe estação seca, mas a variabilidade interanual da precipitação pluvial é alta, sendo em parte associada ao fenômeno ENOS (El Niño Oscilação Sul). Durante a fase fria (La Niña) do ENOS, ocorre a redução na precipitação pluvial em relação à média climatológica, principalmente no período da primavera [2]. Com reduções na precipitação se tem menor quantidade de água armazenada no solo, e consequentemente menor disponibilidade hídrica para as plantas. Por sua vez, a diminuição da disponibilidade hídrica no solo afeta negativamente o crescimento e desenvolvimento das plantas [3], podendo reduzir a produtividade [4][5].

Apesar da importância, realizar o monitoramento das condições hídricas das lavouras é complexo, o que faz com que dados medidos a campo sejam escassos, devido principalmente a grande variação no temporal e no espaço desse componente. Dados provenientes de estações meteorológicas apresentam algumas limitações dependendo da escala que se deseja estudar devido a distância entre as estações. Assim algumas ferramentas obtidas de imagens de sensoriamento remoto orbital permitem acompanhar no espaço e no tempo, e de forma pouco onerosa, variáveis de grande interesse agropecuário com objetividade e com baixo custo.

Entre as metodologias existentes para o monitoramento da condição hídrica, destacam-se aqueles baseados no sensoriamento remoto óptico e o sensoriamento remoto na faixa das microondas, se constituindo nos dois métodos de

monitoramento quantitativos que apresentam maior potencial [6].

O sensoriamento remoto por microondas passivo na banda L é uma das abordagens mais promissoras no monitoramento do conteúdo de água no solo, sendo a missão *Soil Moisture Active Passive* (SMAP) a mais recente, lançada em Janeiro de 2015 [7]. O SMAP possui um radiômetro passivo de banda L e um radar de banda L, este último ficando inoperante em Julho de 2015. Uma solução foi substituir o radar SMAP por dados SAR da missão *Sentinel 1* (S1), devido a sua configuração de órbita quase semelhante, gerando assim dados do conteúdo de água no solo (SM), com resolução espacial com até 1 km [8].

No espectro óptico, encontram-se disponíveis alguns índices capazes de expressar a umidade da superfície. O *Temperature-Vegetation Dryness Index* (TVDI) é um exemplo dessa abordagem, que usa de forma conjunta indicadores da condição hídrica da vegetação (temperatura de superfície) e da variação da biomassa verde (índice de vegetação) [9]. Os sensores orbitais mais utilizados para a modelagem do TVDI provavelmente sejam o *Operational Land Imager/Thermal Infrared Sensor* (OLI/TIRS) e o *Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer* (MODIS), onde o primeiro possui uma melhor resolução espacial e o segundo melhor resolução temporal [10].

Assim, dada a disponibilidade de ferramentas para monitoramento da condição hídrica da superfície com diferentes abordagens, o objetivo deste trabalho foi avaliar a relação temporal do TVDI, derivado de produtos MODIS, e a umidade do solo, derivada de dados SMAP/S1 para o município de Carazinho – RS.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O município de Carazinho está localizado na região noroeste do estado do RS (Figura 1), a qual é caracterizada pela intensa produção de grãos. O clima da região é classificado como subtropical úmido, Cfa, caracterizado com verões quentes e sem estação seca definida ao longo do ano, conforme a classificação de Köppen [11]. O município está sobre duas unidades de solos, a unidade Passo Fundo e unidade Erechim, ocorrendo predominantemente os LATOSSOLOS VERMELHOS Distróficos e Aluminotróficos de textura muito argilosa e argilosa respectivamente [12].

O período de estudo abrangeu o ciclo da soja, de novembro de 2017 a abril de 2018.

A umidade do solo (SM) foi obtida pelo produto SMAP/Sentinel1 com resolução espacial de 1km, sendo o resultado do processamento integrado dos dados do radiômetro de banda L do satélite SMAP e o radar de banda C dos satélites Sentinel 1 [8]. Os dados foram acessados através do *National Snow and Ice Data Center* (NSIDC) (NASA DAAC).

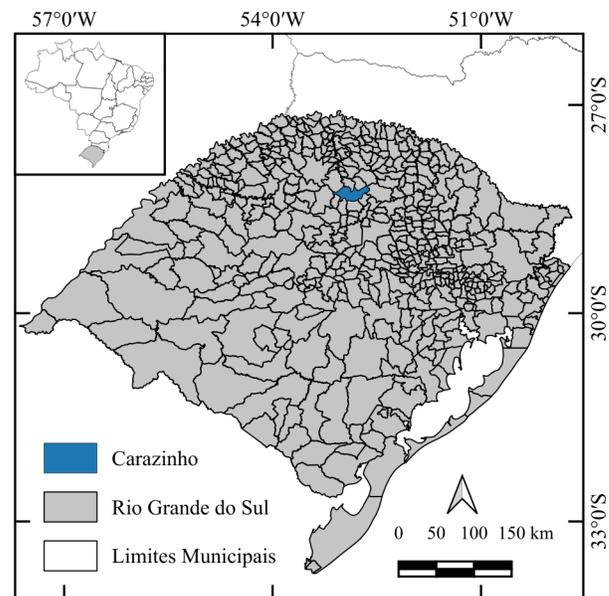


Figura 1. Localização do município de Carazinho.

Para o cálculo do TVDI, foram utilizados dados provenientes do sensor MODIS, utilizando a equação 1 [6]:
$$TVDI = ((TS - TS_{min}) / (a + b * NDVI - TS_{min}))$$
 (1)

onde: TS a temperatura radiativa do pixel (K); TS_{min} a temperatura mínima da superfície (K) correspondente ao limite úmido do triângulo evaporativo; NDVI o índice de vegetação por diferença normalizada; a e b os coeficientes linear e angular da reta que representa o limite seco do triângulo evaporativo. O triângulo evaporativo foi obtido pela dispersão entre TS e o NDVI como descrito em [10].

Os dados precipitação diária foram obtidas pelo produto *Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Stations* (CHIRPS) [13], os dados foram acessados através da plataforma *Google Earth Engine* [14].

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao longo do ciclo da soja foram utilizadas 12 imagens MODIS para a modelagem do TVDI (de 01/11/2017 a 23/04/2018) e 11 imagens SMAP/S1 de umidade do solo, SM (de 27/10/2017 a 23/04/2018), cujos valores médios para o município são mostrados na Figura 2. Apesar do quantitativo de cenas terem sido similares para os dois produtos, poucas cenas coincidiram no mesmo dia de aquisição. As imagens MODIS apresentam frequência no tempo de 16 dias, enquanto as imagens SMAP/S1 apresentaram variação no tempo de aquisição de 9 a 23 dias. O TVDI é um valor adimensional que varia de 0 a 1, onde valores mais próximos de um (1) indicam maior restrição hídrica. Já a umidade do solo, expressa em base de volume, indica o volume de água em relação ao volume de solo seco,

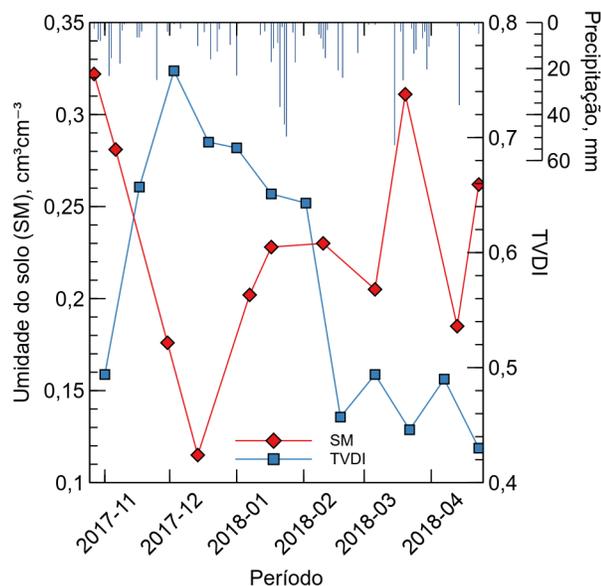


Figura 2. Umidade do solo, TVDI e Precipitação diária para Carazinho.

onde quanto menor o valor, menor é a quantidade de água no solo.

Observa-se coerência na variação ao longo do tempo dos valores de TVDI e de SM, com uma evidente relação inversa. Sempre que aumentou o TVDI, expressando a ocorrência de estresse de umidade na superfície, diminuiu o SM, expressando redução no conteúdo de umidade no solo.

Ao longo do período de análise, os valores de TVDI oscilaram de 0,43 a 0,76 e os valores de SM de 0,11 a 0,32. Observou-se maior umidade no sistema solo-planta no início das observações. Os valores obtidos no período subsequente, mostraram uma continuada redução da umidade do sistema, sendo baixas as umidades do solo e altos os valores de TVDI. Esta condição predominou em grande parte do ciclo da soja, se mantendo até final de fevereiro, quando houve inversão no padrão. Março e abril se caracterizaram pela elevação na umidade do sistema.

Os dados de precipitação pluvial confirmam o padrão descrito. Ao longo da maior parte do período analisado, as precipitações foram de baixo volume, o que num período de alta demanda evaporativa da atmosfera resultou em diminuição de umidade no sistema solo-planta. Maiores precipitações pluviais ocorreram em meados de janeiro e em meados de março e estiveram associadas aos incrementos nos valores de SM e às reduções no TVDI.

Observa-se ainda que os maiores valores de SM (e menores valores de TVDI) ocorreram no início e final do período analisado, coincidindo com períodos de baixa cobertura do solo como consequência do ciclo da soja.

4. CONCLUSÕES

A consistente relação inversa entre a umidade do solo, obtida do SMAP/S1, e a umidade da superfície, obtida do TVDI/MODIS, mostra que os produtos derivados de sensoriamento remoto orbital são úteis para fins de monitoramento da umidade do sistema solo-planta, possibilitando acompanhar as variações da umidade ao longo do ciclo da cultura da soja, o que preenche uma importante lacuna para o setor agropecuário.

5. REFERÊNCIAS

- [1] COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. *Séries Históricas*. Disponível em: <<https://portaldeinformacoes.conab.gov.br/safra-serie-historica-graos.html>> Acesso em: 30 out. 2022.
- [2] MATZENAUER, R; RADIN, B; MALUF, J. R. T. O fenômeno ENOS e o regime de chuvas no Rio Grande do Sul. *Agrometeoros*, v. 5, p. 323-331, 2017.
- [3] MARTINS, F. B. et al. Deficiência hídrica no solo e seu efeito sobre transpiração, crescimento e desenvolvimento de mudas de duas espécies de eucalipto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 32, p. 1297-1306, 2008.
- [4] BERLATO, M. A.; FONTANA, D. C. Variabilidade interanual da precipitação pluvial e rendimento da soja no Estado do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, v. 7, n. 1, p. 119-125, 1999.
- [5] GAVA, R. et al. O estresse hídrico em diferentes fases da cultura da soja. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada-RBAI*, v. 9, n. 6, p. 349-359, 2015.
- [6] SANDHOLT, I.; RASMUSSEN, K.; ANDERSEN, J. A simple interpretation of the surface temperature/vegetation index space for assessment of surface moisture status. *Remote Sensing of environment*, v. 79, n. 2-3, p. 213-224, 2002.
- [7] WIGNERON, J.-P. et al. Modelling the passive microwave signature from land surfaces: A review of recent results and application to the L-band SMOS & SMAP soil moisture retrieval algorithms. *Remote Sensing of Environment*, v. 192, p. 238-262, 2017.
- [8] DAS, N. N. et al. The SMAP and Copernicus Sentinel 1A/B microwave active-passive high resolution surface soil moisture product. *Remote Sensing of Environment*, v. 233, p. 111380, 2019.
- [9] SCHIRMBECK, L. W.; FONTANA, D. C.; SCHIRMBECK, J. Two approaches to calculate TVDI in humid subtropical climate of southern Brazil. *Scientia Agricola*, v. 75, p. 111-120, 2018.

[10] SCHIRMBECK, L. W. et al. TVDI Obtido de Imagens OLI/TIRS e MODIS. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 34, p. 573-583, 2020.

[11] ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

[12] MUSEU DE SOLOS DO RIO GRANDE DO SUL. *Solos do Rio Grande do Sul (MSRS)*. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). 2021.

[13] COSTA, J. C. et al. Validação dos Dados de Precipitação Estimados pelo CHIRPS para o Brasil. *Revista Brasileira de Climatologia*, v. 24, 2019.

[14] GORELICK, N. et al. Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. *Remote sensing of Environment*, v. 202, p. 18-27, 2017.