

## MONITORAMENTO AGRÍCOLA BASEADO EM IMAGENS DE SATÉLITE DE DIFERENTES RESOLUÇÕES ESPACIAIS EM ÁREAS DO OESTE DA BAHIA

Leivas, J. F.<sup>1</sup>; Takemura, C. M.<sup>1</sup>; Teixeira, A. H. de C.<sup>2</sup>; Garçon, E. A. M.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Embrapa Territorial – CNPM/Embrapa  
Campinas/SP, CEP 13070-115

[janice.leivas@embrapa.br](mailto:janice.leivas@embrapa.br), [celina.takemura@embrapa.br](mailto:celina.takemura@embrapa.br), [edlene.garcon@embrapa.br](mailto:edlene.garcon@embrapa.br)

<sup>2</sup> Universidade Federal de Sergipe – UFS  
São Cristóvão/ SE , CEP: 49100000

[heriberto@academico.ufs.br](mailto:heriberto@academico.ufs.br)

**Abstract.** The objective of this work was to get information on the temporal dynamics of the NDVI and EVI vegetation indexes, for the Barreiras micro-region, in western Bahia, belonging to the São Francisco River Basin. Vegetation indexes were obtained with images of different spatial and temporal resolutions such as Sentinel-2A (10 m and 5-day revisit) and MODIS (250 m and 16 days), referring to the period from 2016 to 2021 of the MODIS sensor and from the period from 2018 to 2021, from Sentinel-2A, as well as precipitation data from INMET. Data processing was performed on the Google Earth Engine (GEE) platform. With the MACD (Moving Average Convergence Divergence) methodology, it was possible to verify the inflection points of the time series of the vegetation indexes, making it possible to observe the periods of maximum value, inflection points of the curve and decrease, indicating the planting periods, maximum vegetative development and harvesting of agricultural areas, on a regional scale. The MACD proved to be effective for crop monitoring, being able to be applied in smaller areas and monitoring the development of crops. In this study, regional analyzes were carried out, but for more specific results, analyzes are recommended in specific agricultural areas, such as plots and center pivots, making inferences possible about the development of crops, assisting in agricultural decision.

**Palavras-Chave** – índices de vegetação, imagens de satélite, áreas agrícolas, análise temporal, pontos de inflexão.

### INTRODUÇÃO

Os índices de vegetação desempenham um papel preponderante no acompanhamento e monitoramento de culturas agrícolas, utilizando imagens de satélite multiespectrais. Vários sensores podem ser usados para obtenção de índices de vegetação. Neste estudo foram obtidas imagens dos satélites MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*) e do Sentinel-2A, que possuem diferentes resoluções espaciais e temporais. As imagens do sensor MODIS, a bordo do satélite Terra, apresentam baixa resolução espacial, porém são disponibilizadas informações de alta periodicidade em uma escala global. O produto MOD13Q1 apresenta resolução espacial de 250 m e composições de imagens de 16 dias. É crescente o uso desse instrumento para mapear periodicamente atributos do meio ambiente, com notável destaque para o monitoramento da cobertura vegetal (Ruddorff et al., 2007). As imagens do satélite Sentinel-2A, disponibilizadas pela ESA (*European Space Agency*) possuem avanços consideráveis em suas especificações técnicas, principalmente em se tratando das resoluções espacial (10 m), espectral (12 bits) e temporal (5

dias). Para estudo ambientais, utiliza-se as bandas 2 (azul, 490 nm), 3 (verde, 560 nm), 4 (vermelho, 665 nm) e 8 (Infravermelho próximo, 842 nm) (ESA, 2015).

Com as imagens MODIS e Sentinel-2A, foram obtidos os índices de vegetação NDVI (*Normalized Difference Index Vegetation Index*) (Rouse et al., 1973) e EVI (*Enhanced Vegetation Index*) (Huete et al. (2002)). O NDVI é amplamente usado para monitorar o crescimento e vigor vegetativo das culturas (Jensen, 2009). O índice de vegetação EVI leva em consideração o vermelho e infravermelho como o NDVI mas utiliza a banda do azul para descontar influências atmosféricas.

O objetivo deste estudo foi analisar índices de vegetação analisando a dinâmica das culturas ao longo do ciclo agrícola, podendo ser implementados em plataforma de monitoramento agrícola, conforme a disponibilidade de imagens.

## MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo é a microrregião de Barreiras, no oeste da Bahia, compreendendo os municípios de Luiz Eduardo Magalhães, Barreiras, São Desidério, Formosa do Rio Preto, Catolândia e Baianópolis (Figura 1), pertencente à Bacia do Rio São Francisco. Segundo a classificação climática de Koeppen, o clima no oeste da Bahia é Aw (tropical chuvoso, quente e inverno seco).

O período analisado foi de janeiro de 2016 a dezembro de 2021, contemplando 138 imagens do satélite MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*), com resolução espacial de 250 m e temporal de 16 dias (*tile* H13V10) e imagens do sensor Sentinel-2A (S2), sendo 10 *tiles* e 920 imagens) com resolução de 10 m e 5 dias de revisita. Foram calculados os índices de vegetação NDVI e EVI da série temporal. Foram realizados 219 mosaicos dos *tiles* das imagens S2, para o período de 2018 a 2021, assim como composições das imagens Sentinel-2A, com a finalidade de eliminar as nuvens e coincidir com a resolução temporal das imagens MODIS, porém persistindo a resolução espacial de 10 m.

FIGURA 1 – Localização da área de estudo, microrregião de Barreiras, no oeste da Bahia/BR.



Para análise dos resultados, foi aplicada a técnica (MACD – *Moving Average Convergence Divergence*) (Gao et al, 2020), com a finalidade de obter a tendência de aumento ou diminuição dos

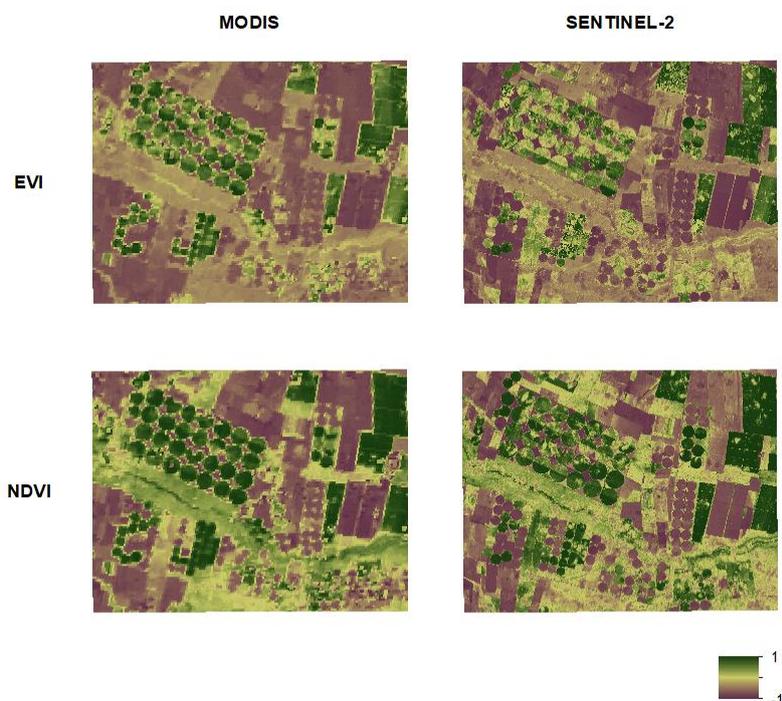
índices, possibilitando inferir sobre as condições médias das culturas. Foram obtidos dados de precipitação pluviométrica diária das estações do INMET, disponibilizados via API (*Application Programming Interface*). O processamento das imagens e dados foi realizado usando a plataforma *Google Earth Engine* (GEE).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 2, são apresentados os índices de vegetação (IV) NDVI e EVI, obtidos em março de 2020, com imagens de diferentes resoluções espaciais (MODIS e Sentinel-2A). Observa-se que as imagens Sentinel-2A (S2) possibilitam melhor discriminação da superfície, com destaque aos pivôs centrais e talhões bem definidos.

Como as imagens S2 analisadas são composição de 16 dias, para coincidir com a resolução temporal das imagens MODIS e eliminar as nuvens, as imagens das datas específicas (puras, ou seja, sem composição), essas feições são mais evidentes. Porém como o número de imagens Sentinel, sem nuvens é muito baixo, o processamento de composição de máximo valor é uma técnica que auxiliou para monitoramento de áreas ao longo do ciclo das culturas. Observa-se que os valores de NDVI e EVI mais próximos de 1 (tons de verde) referem-se à vegetação com maior vigor (áreas irrigadas por pivôs centrais) e valores próximos a zero, referem-se à superfície de solo exposto ou com baixa cobertura vegetal (tons marrom). Fica evidente que o NDVI se torna saturado e aparece mais homogêneo, não expressando algumas diferenças, que são detectadas claramente no EVI. Isso ocorre devido ao fato que o NDVI satura em áreas com alta densidade de vegetação e o EVI reduz a interferência da atmosfera, permitindo que a leitura seja precisa, otimizando o sinal da vegetação, especialmente em áreas com alta densidade de biomassa.

FIGURA 2. NDVI e EVI obtidos de imagens MODIS e Sentinel 2A, composição referente a primeira quinzena de março de 2020.

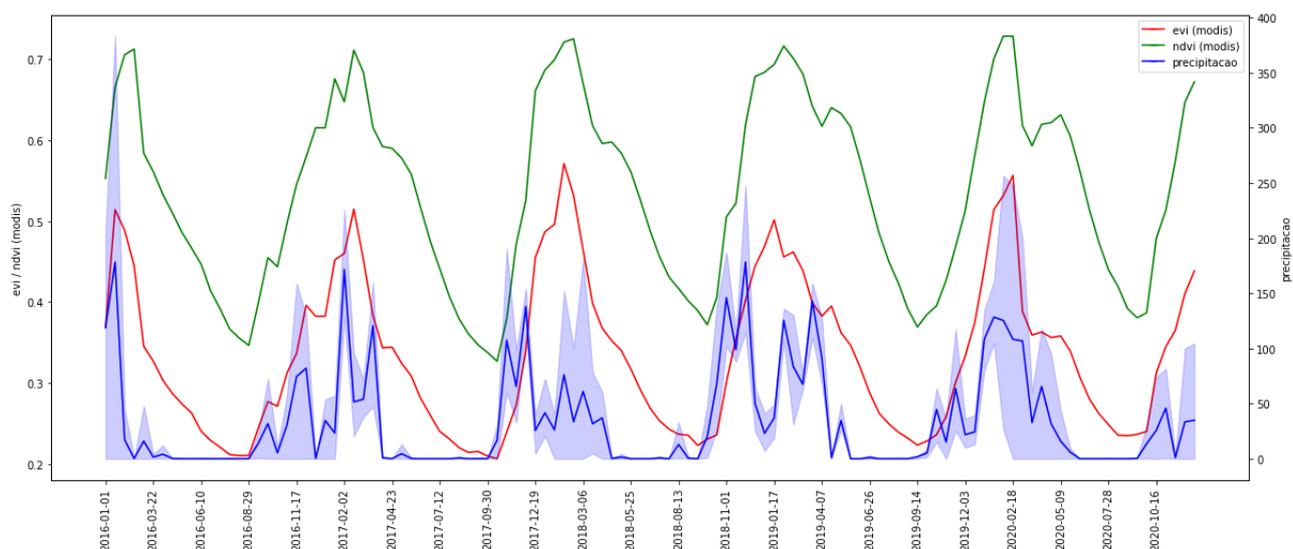


Na figura 3, observam-se as curvas dos índices de vegetação NDVI e EVI, coincidindo com o calendário agrícola da região, com plantios de soja em outubro e novembro e o desenvolvimento e

enchimento de grãos no verão, com colheita entre fevereiro e março, cujas datas observam-se declínio das curvas. Na safra de 2019/2020, observa-se que ocorreu baixa precipitação pluvial nos meses de novembro a meados de janeiro, período importante para o desenvolvimento das culturas de verão. Comparando os IVs, observa-se que o EVI apresentou um melhor desempenho para a discriminação sazonal da cobertura vegetal, por ser mais sensível a pequenas variações do IAF.

Em meados de fevereiro ao início de março, o NDVI apresentou valores baixos (menores que 0,4), indicando presença de solo exposto, possivelmente devido à colheita da cultura plantada sob os pivôs centrais (soja). Analisando a variação temporal, pode-se inferir que, a partir do calendário agrícola, ocorreu plantio de milho segunda safra, alcançando valores próximos a 0,7 e com decréscimo em agosto e setembro, período de colheita do milho safrinha. O perfil temporal de NDVI e EVI apresentou 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.

FIGURA 3. Distribuição temporal da precipitação e dos índices NDVI e EVI obtido através de imagens MODIS, no período janeiro de 2016 a dezembro de 2021.

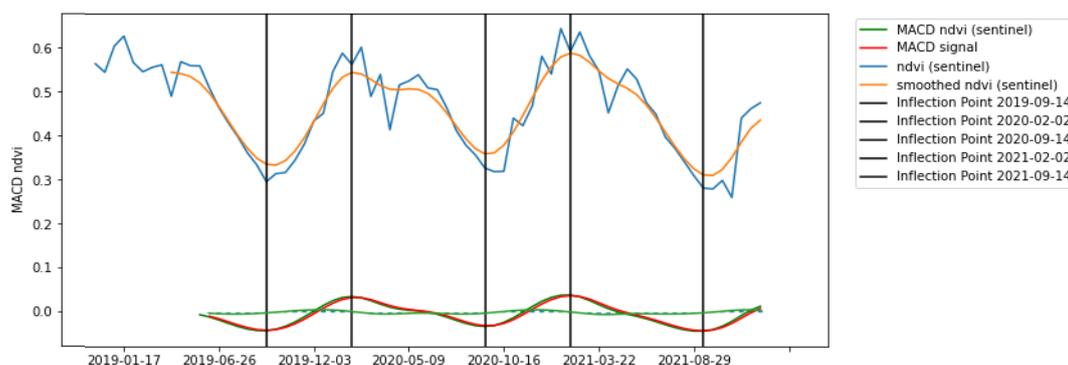


Na Figura 4, observa-se a média móvel convergente e divergente (MACD) do NDVI, sendo um indicador para detectar a tendência crescente ou decrescente nas séries temporais, obtido com imagens Sentinel-2A, permitindo analisar os pontos de inflexão das curvas de NDVI. Com essa técnica é possível analisar a tendência da safra atual, e detectar datas de transição que mostram mudanças substanciais, a partir dos pontos de inflexão das curvas, como períodos de plantio (ponto de inflexão de setembro de 2019, 2020 e de 2021), desenvolvimento máximo e períodos de colheita (fevereiro de 2019, 2020 e 2021) permitindo inferências sobre as condições das culturas agrícolas. Gao et al. (2020) usaram o MACD como um indicador para detectar a tendência crescente ou decrescente nas séries temporais VEN $\mu$ S, Sentinel-2 e HLS (*Harmonized Landsat Sentinel-2*).

Com a metodologia MACD (*Moving Average Convergence Divergence*) foi possível verificar os pontos de inflexão dos perfis temporais dos índices de vegetação, possibilitando observar os períodos de máximo valor, pontos de inflexão da curva e decréscimo, indicando os períodos de plantio, desenvolvimento vegetativo e enchimento de grãos e posterior colheita das áreas agrícolas, em escala regional. O MACD mostrou-se eficaz para monitoramento das culturas, podendo ser aplicada em áreas menores e acompanhar o desenvolvimento das lavouras. Neste

estudo foram realizadas análises regionais, porém para resultados mais específicos, recomendam-se análises em agrícolas específicas, como talhões e pivôs, possibilitando realizar inferências sobre o desenvolvimento das lavouras, auxiliando na tomada de decisão agrícola.

FIGURA 4. Distribuição temporal do NDVI obtidos através de imagens Sentinel-2A, no período de janeiro de 2019 a dezembro de 2021, aplicando a técnica MACD



Neste estudo foram realizadas análises regionais, porém para resultados mais específicos, recomendam-se análises em agrícolas específicas, como talhões e pivôs, possibilitando realizar inferências sobre o desenvolvimento das lavouras, auxiliando na tomada de decisão agrícola.

## CONCLUSÃO

Analisando-se conjuntamente os dados espaciais e temporais, observa-se que a metodologia mostrou-se eficaz no monitoramento das condições espectrais das culturas. Com o conhecimento da cultura plantada em cada talhão ou pivô, o produtor rural pode acompanhar o desenvolvimento e vigor da sua lavoura.

Os resultados deste estudo podem auxiliar no monitoramento das lavouras, auxiliando na tomada de decisão sobre o estado e estágios de desenvolvimento das culturas, contribuindo para o manejo e o uso racional dos recursos hídricos para fins de irrigação.

## REFERÊNCIAS

JENSEN, J.R. **Sensoriamento remoto do ambiente: Uma perspectiva em recursos terrestres**. São José dos Campos: Parêntese, 2009. 598 p.

RUDORFF, C.M.; NOVO, E.M.L.M.; GALVÃO, L.S. 2007. Spectral mixture analysis of EO-1 Hyperion imagery focused on the spatial-temporal variability of the Amazon floodplain multicomponental waters. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2007. Florianópolis, Brasil. *Anais...* Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

ESA. European Space Agency. **Sentinel-2 User Handbook Document. Technical Report issue 1 revision 2**. 2015. Disponível em [https://sentinel.esa.int/documents/247904/685211/Sentinel-2\\_User\\_Handbook](https://sentinel.esa.int/documents/247904/685211/Sentinel-2_User_Handbook).

GAO, F; ANDERSON, M.; HIVELEY, W. D. Detecting cover crop end-of-season using VEN $\mu$ S and Sentinel-2 satellite imagery. **Remote Sensing**, v.12, n.21, p.1-22, 2020.

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.