

DESVIO PADRÃO DO NDVI PARA MAPEAMENTO DE CULTURAS AGRÍCOLAS DE CICLO ANUAL NO MUNICÍPIO DE CAMPO ALEGRE DE GOIÁS – GO

Nívia Cristina Vieira Rocha¹, Bruna Nascimento de Vasconcellos¹, Sande Oliveira Santos¹, Rafael Mingoti¹, Hilton Luis Ferraz da Silva¹, Rogério Resende Martins Ferreira¹, Jorge Lulu¹, Celina Maki Takemura¹, Janice Freitas Leivas¹, Edlene Aparecida Monteiro Garçon¹

¹Embrapa Territorial, Av. Soldado Passarinho, 303, Fazenda Chapadão, CEP 13070-115 – Campinas/SP, nivيا.rocha@colaborador.embrapa.br; brunanvasconcellos@gmail.com; sande.santos1@colaborador.embrapa.br; rafael.mingoti@embrapa.br; hilton.ferraz@embrapa.br; rogerio.ferreira@embrapa.br; jorge.lulu@embrapa.br; celina.takemura@embrapa.br; janice.leivas@embrapa.br; edlene.garcon@embrapa.br

RESUMO

O presente estudo objetiva testar o desvio padrão do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) para mapear culturas agrícolas de ciclo anual no município de Campo Alegre de Goiás, utilizando imagens do satélite Sentinel 2A. A metodologia baseou-se na aplicação Google Earth Engine (GEE) para calcular o NDVI, sua média e desvio padrão, para o período de janeiro a dezembro de 2023. Os resultados indicam que a área estudada possui 578,61 km² de agricultura anual, e ressaltam a importância do uso de técnicas de Sensoriamento Remoto no monitoramento agrícola. Conclui-se que a análise do desvio padrão do NDVI é uma ferramenta eficaz para a identificação de áreas agrícolas, embora a aplicabilidade da metodologia possa variar em diferentes regiões e diferentes tipos de cultivos. O uso da plataforma Google Earth Engine e do SATVeg possibilitaram que o mapeamento da agricultura anual para a área de estudo fosse realizada de forma rápida e acurada.

Palavras-chave — Sensoriamento Remoto, índices de vegetação, Google Earth Engine, monitoramento agrícola.

ABSTRACT

This study aims to test the standard deviation of the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) for mapping annual agricultural cultivation areas in the municipality of Campo Alegre de Goiás, using images from the Sentinel 2A satellite. The methodology was based on the Google Earth Engine (GEE) application to calculate the NDVI and its standard deviation, for the period from January to December 2023. The results indicate that the studied area has 578.61 km² of annual agriculture, and highlight the importance of using Remote Sensing techniques in agricultural monitoring. It is concluded that the analysis of the NDVI standard deviation is an effective tool for identifying agricultural areas, although the applicability of the methodology may vary in different regions and different types of crops. The use of the Google

Earth Engine platform and SATVeg allowed the mapping of annual agriculture for the study area to be carried out quickly and accurately.

Key words — Remote Sensing, Vegetation Index, Google Earth Engine, agricultural monitoring.

1. INTRODUÇÃO

O monitoramento da dinâmica espaço-temporal da vegetação natural ou de cultivos agrícolas, por meio de imagens de satélite, tem aumentado significativamente. Isto se justifica porque as imagens, além de permitirem acompanhar o padrão de resposta da vegetação, são fontes consistentes de informações e representativas da variabilidade espacial, em escala regional e até continental. Além disso, oferecem subsídios à elaboração de planos de manejo dos recursos naturais e à delimitação de áreas prioritárias para a conservação. No contexto agrícola, o monitoramento da evolução temporal da biomassa, em tempo real, é útil para fins de previsão de safras e análise de expansão de fronteiras agrícolas [1].

Neste cenário, os dados espaciais desempenham um papel crucial, considerando que as imagens de satélite tornaram-se uma importante fonte de dados espaciais empregadas no monitoramento da Terra [2].

Entre os diversos índices de vegetação empregados no sensoriamento remoto, um dos mais utilizados é o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada, este índice apresenta variação numérica de -1 a +1, sendo os valores positivos referentes ao vigor vegetativo da cultura, enquanto que os valores negativos indicam presença de água ou ausência de vegetação [3].

O desvio padrão é uma métrica estatística que indica a dispersão dos dados em torno da média. Quando o desvio padrão é baixo indica que os dados tendem a estar próximos da média ou do valor esperado. Logo, um alto desvio padrão indica que os dados estão espalhados por uma ampla série de valores. A métrica de desvio padrão de imagens de satélite tende a ser computacionalmente custosa, principalmente se envolver uma grande quantidade de

imagens. No entanto, a computação em nuvem vem proporcionando capacidades de processamento de dados cada vez maiores, ampliando as possibilidades de análises em Sensoriamento Remoto [4].

O Google Earth Engine (GEE) tem sido vastamente utilizado no mapeamento de culturas agrícolas e da cobertura vegetal, pois permite que as análises sejam realizadas de forma rápida, o processamento dos dados pode ser feito em intervalos de tempo reduzidos, pré-determinados, para observação de possíveis mudanças temporais, como por exemplo, o aumento ou a diminuição da cobertura vegetal [4].

O objetivo do presente estudo é mapear culturas agrícolas de ciclo anual no município de Campo Alegre de Goiás, por meio da análise do desvio padrão do índice de vegetação NDVI.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no município de Campo Alegre, Goiás.

Inicialmente foram selecionadas as imagens do satélite Sentinel 2A livres de cobertura de nuvens para a área de estudo, no período de janeiro a dezembro de 2023. Após a seleção das imagens e delimitação da área de interesse, calculou-se o NDVI, conforme a equação 1, além disso, foram geradas imagens para o desvio padrão do índice. O processamento dos dados foi realizado utilizando o Google Earth Engine.

$$NDVI = \frac{IVP - V}{IVP + V} \quad [\text{Eq. 1}]$$

Sendo:

NDVI - valor do índice de vegetação da diferença normalizada.

IVP - valor da reflectância na faixa do infravermelho próximo.

V - valor da reflectância na faixa do vermelho.

Os valores obtidos do NDVI estão contidos em uma mesma escala de valores entre -1 e +1. De forma que valores mais próximos de +1 indicam vegetação saudável e densa, valores em torno de 0 indicam solo nu ou vegetação esparsa e valores mais próximos de -1 indicam recursos hídricos ou superfícies não vegetadas [3].

A hipótese que baseia o uso do NDVI para mapeamento de agricultura é que mesmo com os picos de desenvolvimento da cultura, quando se utiliza uma série de imagens no decorrer do ano, os valores de NDVI que são considerados baixos são relativos ao solo exposto e tendem a diminuir a média nas áreas de agricultura, quando comparadas com as áreas de vegetação natural. Por isso, valores acima de certo limiar associado ao NDVI médio são classificados como “vegetação florestal”, enquanto os

valores abaixo do limiar são classificados como “outras classes” [5].

Após a geração da distribuição espacial da cultura agrícola anual gerada pelo desvio padrão do NDVI, foram distribuídos 30 pontos de validação aleatórios na área de estudo, os quais foram validados utilizando o Sistema de Análise Temporal da Vegetação (SATVeg) que é uma ferramenta web desenvolvida pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), que descreve os perfis temporais de índices vegetativos partir de uma plataforma de fácil acesso e visualização.

3. RESULTADOS

Através do cálculo do desvio padrão do NDVI em um conjunto de imagens Sentinel 2A para o intervalo de um ano, foi possível identificar valores limiares nos quais a região pode ser caracterizada como cultura agrícola de ciclo anual. De acordo com os resultados obtidos, a área de estudo apresenta 578,61 km² correspondente à cultura agrícola de ciclo anual.

Na figura 1, é possível visualizar a distribuição espacial da considerada como cultura agrícola de ciclo anual, e ainda, observa-se que as áreas de agricultura irrigada também foram destacadas pela metodologia aplicada, de forma que, os pivôs são facilmente identificados na área de estudo.

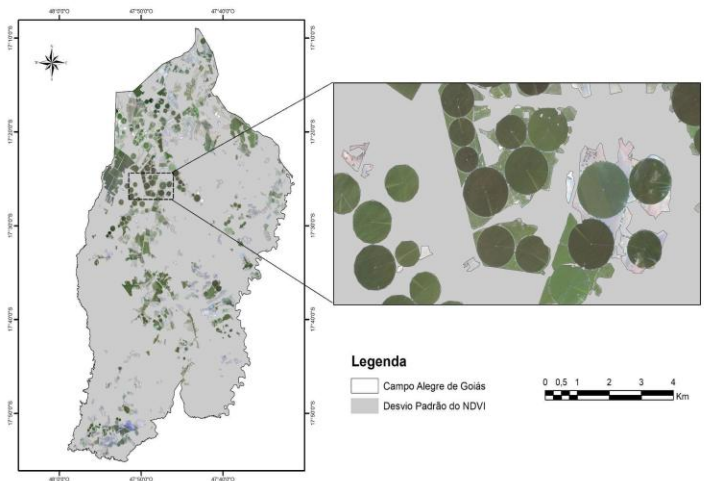


Figura 1. Distribuição espacial da agricultura anual identificada pelo desvio padrão do NDVI.

A análise do perfil espectro temporal dos pontos validados com o SATVeg, permitiu observar que os valores de NDVI apresentam os menores valores no início da cultura, como esperado, devido a exposição do solo nesse período, e a medida que a cultura se desenvolve, os valores de NDVI também aumentam. Todos os pontos de validação considerados como cultura anual foram confirmados.

4. DISCUSSÃO

Estudos e monitoramento de áreas agrícolas são imprescindíveis, a fim de garantir o crescimento sustentável, preservando os ecossistemas e os recursos hídricos. O sensoriamento remoto possibilita oferecer importantes informações relacionadas à agricultura. A partir disso, é possível fornecer informações de identificação das áreas irrigadas, tipo de cultivo, desenvolvimento e monitoramento de biomassa, demanda hídrica, evapotranspiração, entre outros [6].

O NDVI é um índice muito utilizado para mapeamento e monitoramento agrícola, logo a análise do desvio padrão desse índice possibilita compreender a variabilidade das condições de vegetação ao longo do tempo e entre diferentes áreas. Estudo realizado no Paraná analisou o desvio padrão do EVI2 e NDVI proveniente de dados do satélite Landsat-8/OLI para identificar áreas com cultivos agrícolas de ciclo anual utilizando a plataforma Google Earth Engine, as métricas tiveram bom desempenho na identificação de áreas agrícolas, com valores de exatidão global (EG) entre 88,89 para o EVI2 a 97,61% para o NDVI [7].

O NDVI apresenta uma relação estreita com a dinâmica da vegetação na superfície terrestre e pode ser uma ferramenta de baixo custo, de suma importância para apoiar os trabalhos de tomadas de decisões para o gerenciamento dos recursos agrícolas [8].

O Google Earth Engine tem sido utilizado em aplicações diversas, mas uma de suas grandes potencialidades é no mapeamento de culturas agrícolas e da cobertura vegetal. Em áreas com uso agrícola intenso, é importante o monitoramento das áreas remanescentes para a fiscalização e preservação ambiental. Logo, o GEE permite que o mapeamento seja feito rapidamente e o processo pode ser refeito em intervalos de tempo reduzidos, permitindo o monitoramento constante de áreas agrícolas [4].

5. CONCLUSÕES

A análise do desvio padrão do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) permitiu identificar de maneira eficaz as áreas de cultura agrícola anual no município de Campo Alegre de Goiás. Os resultados obtidos revelaram a extensão e distribuição espacial das áreas cultivadas. Além disso, destaca-se a eficácia da aplicação do sensoriamento remoto para o monitoramento contínuo de áreas agrícolas.

É possível que em outras regiões esta metodologia não seja adequada ou que a agricultura anual apresente valores diferentes para o intervalo do desvio padrão do NDVI, especialmente em áreas com diferentes cultivos agrícolas ou com grande variação dos índices de vegetação ao longo do tempo. No entanto, o uso da plataforma GEE e do SATVeg possibilitaram que o mapeamento da agricultura anual para a área de estudo fosse realizada de forma rápida e acurada.

6. REFERÊNCIAS

- [1] A. P. A. Cordeiro, M. A. Berlatto, D. C. Fontana, R. W. Melo, Y. E. Shimabukuro, C. S. Fior. Regiões homogêneas de vegetação utilizando a variabilidade do NDVI. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v.7, pp. 883-896, 2017.
- [2] J.A Foley, R. Defries, G. P. Asner, C. Barford, G. Bonan, S. R. Carpenter, F. S. Chapin, M.T. Coe, M. G. C. Daily, H.K. Gibbs, Global Consequences of Land Use. *Science*, v. 309, pp. 570–574, 2005.
- [3] J. W. Rouse, H. R. Haas, J. A. Schell, D. W. Deering, Monitoring vegetation systems in the great plains with erts. *NASA Spec. Publ*, v. 351, pp. 309, 1974.
- [4] W. R. Becker, I. L. Caon, C. V. Cattani, E. Mercante, J. A. Johann, D. Ganascini, V. H. R. Prudente. Mediana e desvio padrão do perfil espectro-temporal de NDVI como parâmetros de classificação. Anais do XIX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2019.
- [5] A. J. Marques, O. C. Montanher. Mapeamento da cobertura vegetal para atualização cartográfica em Maringá/PR com uso de abordagem estatística do NDVI e árvore de decisão. *Revista Caminhos de Geografia*, v. 24, pp. 65-76, 2023.
- [6] R. H. B. Kayser, A. Ruhoff. Mapeamento da evolução espacial e temporal de áreas agrícolas no bioma Pampa utilizando fenologia da vegetação e Google Earth Engine. Anais do XIX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2019.
- [7] D. C. Vieira, V. H. R. Prudente, N. R. França, W. V. Oliveira, L. V. Oldoni, M. Adami, T. S. Körting, W. R. Becker, I. D. Sanches. Identificação de áreas agrícolas de ciclo anual no estado do Paraná a partir de métricas temporais de EVI2 e NDVI utilizando o Google Earth Engine. Anais do XIX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2019.
- [8] J. F. M.Baca. Dinâmica do NDVI para América do sul: 1981-2001. Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, Brasil, 2005.