

GERAÇÃO DE UM PRODUTO DE SÉRIE TEMPORAL DE FRAÇÕES DO MODELO LINEAR DE MISTURA ESPECTRAL DE IMAGENS DO SENSOR VIIRS

Egídio Arai¹, Yosio Edemir Shimabukuro¹, Henrique Luís Godinho Cassol¹, Andeise Cerqueira Dutra¹,
Tânia Beatriz Hoffmann¹

¹Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, Av. dos astronautas, 1758 - 12227-010, São José dos Campos - SP, Brasil
{egidio.arai,yosio.shimabukuro,henrique.cassol,andeise.dutra,tania.hoffmann}@inpe.br

RESUMO

Este artigo descreve a criação de um algoritmo para a geração de séries temporais das frações geradas pela aplicação do Modelo Linear de Mistura Espectral, utilizando imagens do sensor *Visible Infrared Imaging Radiometer Suite* (VIIRS) utilizando algoritmos disponíveis no *Google Earth Engine* (GEE). Através da escolha de pixels na imagem são apresentadas as séries temporais das frações vegetação, solo e sombra identificando mudanças ou não no uso e cobertura do solo. O script desenvolvido alcançou o objetivo pela capacidade de processar uma série de 11 anos com resolução espacial de 500m para o globo terrestre. O produto gerado será disponibilizado por um aplicativo para consulta e download para usuários.

Palavras-chave — série temporal, modelo linear de mistura espectral, VIIRS, GEE.

ABSTRACT

This article describes the creation of an algorithm for the generation of time series of the fractions generated by the application of the Linear Spectral Mixing Model, using images from the Visible Infrared Imaging Radiometer Suite (VIIRS) sensor using algorithms available in Google Earth Engine (GEE). Through the choice of pixels in the image, the time series of vegetation, soil and shade fractions is presented distinguishing changes or not in land use and land cover. The developed script achieved the objective by the ability to process a series of 11 years with a spatial resolution of 500m for the entire globe. The product will be available to consult and download for users via an application on GEE.

Key words — Temporal series, Linear Spectral Mixture Model, VIIRS, GEE.

1. INTRODUÇÃO

As séries temporais de imagens de satélites ou de seus produtos possibilitam a análise de mudanças ou não, ocorridas no uso e cobertura da terra em um determinado período, dependendo da disponibilidade das imagens e do tempo de operação do sensor utilizado.

A política de disponibilização de imagens de vários sensores de forma gratuita com cobertura global, tais como, TM-Landsat, OLI-Landsat, MODIS-Terra&Aqua, VIIRS-NPP, MSI-Sentinel-2, entre outros, facilitou o acesso aos usuários e conseqüentemente à proliferação de novos usos e de novas técnicas e métodos de processamento dessas imagens.

Uma ferramenta poderosa para o processamento de um volume crescente de imagens atualmente é o *Google Earth Engine* (GEE), uma plataforma baseada em nuvem para análise geoespacial em escala planetária contemplada com enorme recurso computacional do Google [1]. Esses recursos de computação em nuvem em grande escala são capazes de processar grandes volumes de imagens e possibilitam acesso a diversos bancos de imagens gratuitos.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi a geração de séries temporais de imagens fração (solo, vegetação e sombra) para o globo terrestre do sensor VIIRS. Das diversas aplicações práticas destacam-se a identificação de mudanças do uso da terra, como desmatamentos ou outras interferências antrópicas e identificação de diferentes cultivos agrícolas.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A série temporal desenvolvida neste estudo obtida através das imagens do sensor *Visible Infrared Imaging Radiometer Suite* (VIIRS) um dos cinco principais instrumentos que se encontra a bordo do satélite *Suomi National Polar-orbiting Partnership* (Suomi-NPP), lançado em 28 de outubro de 2011. O sensor VIIRS se encontra também a bordo do satélite meteorológico NOAA-20 lançado em 18 de novembro de 2017 [2]. Este sensor foi desenvolvido para dar continuidade aos dados do sensor *Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer* (MODIS) que se encontra a bordo das plataformas Terra e Aqua do programa *Earth Observation System* (EOS), porém com a continuidade comprometida devido ao seu longo período de operação, sendo o Terra desde o ano 2000 e o Aqua desde 2002 [3].

As bandas escolhidas foram I1, I2 e I3 que compreendem as faixas do vermelho, infravermelho próximo (NIR) e de ondas curtas (SWIR), com resolução espacial de 500m. O produto VNP09 de reflectância diária conta com imagens desde 19 de janeiro de 2012, este produto seria o mais indicado, porém a sua resolução diária dificulta a visualização da série pela ocorrência de ruídos de

alta frequência de aquisição dos dados, optou-se então pela utilização do produto VNP13 de índices de vegetação. O produto VNP13 têm três índices de vegetação (*Enhanced Vegetation index – EVI*, *Normalized Difference Vegetation Index – NDVI*, e *EVI2*) além de sete bandas espectrais e conta com uma banda de qualidade (*VI Quality*), com imagens disponíveis desde 17 de janeiro de 2012, com resolução temporal de 16 dias e resolução espacial de 500m [4]. Foram utilizados as informações do *VI Quality* de cada pixel da imagem, que indica a qualidade do pixel, se este conta com ocorrência de nuvens ou sombra de nuvens, o que possibilita a filtragem das imagens, eliminando os pixels com ocorrência de nuvens e suas respectivas sombras.

Aplicou-se a função *unmix* disponível na plataforma GEE [5], que é equivalente ao Modelo Linear de Mistura Espectral (MLME) [6], em todas as imagens para compor a série temporal VIIRS. O MLME parte do princípio de que um pixel de uma imagem pode ser composto de vários componentes, sendo que a resposta de cada pixel pode ser considerada como uma combinação linear das respostas espectrais de cada componente que está na mistura desse pixel [7]. Para este trabalho, foi assumido então que o pixel poderia ser composto de vegetação, solo e sombra. Para isto foram selecionados pixel puros (*endmembers*) de cada componente (Fig. 1) de uma imagem mediana de imagens de 2019 a 2022 totalizando um período de 4 anos, sendo realizada a filtragem de nuvens e sombra de nuvens para todas as imagens.

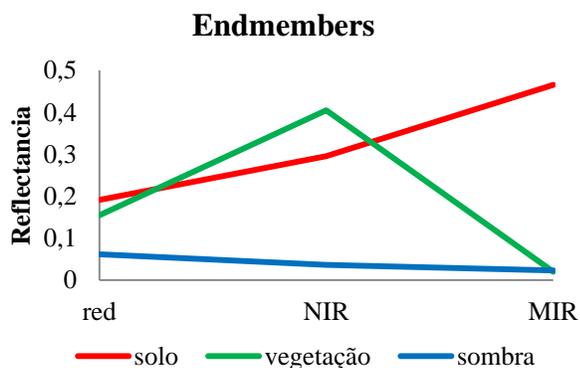


Figura 1. Reflectância dos *endmembers* (pixels-puros) de solo, vegetação e sombra.

Uma das primeiras séries temporais disponibilizadas gratuitamente ao público foi a de EVI2 [8] do sensor MODIS, que motivou a elaboração deste trabalho. A série temporal foi gerada aplicando a função *unmix* para cada imagem, gerando as frações vegetação, solo e sombra. Para este trabalho foi selecionado um período de quatro anos (2019 a 2022) para visualizar a série. Contudo, realizou-se o processamento de toda a série desde 2012.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 2 mostra um mosaico do globo todo das imagens do VIIRS de 2019 a 2022.



Figura 2. Composição da mediana de imagens VIIRS dos anos 2019 a 2022.

A Figura 3 mostra o resultado da aplicação da função *unmix* na imagem mediana gerada no GEE.

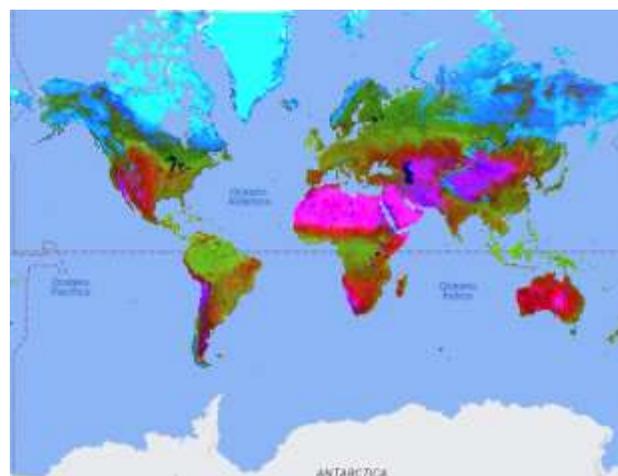


Figura 3. Composição do resultado da aplicação do MLME na imagem mediana de 2019 a 2022.

O script desenvolvido no GEE apresenta a mediana de imagens do período selecionado e o respectivo resultado da aplicação do MLME, e também a série temporal das frações. A figura 4 mostra o resultado de um pixel selecionado na imagem que é apresentado no GEE na área onde é denominada como *map*. Os gráficos das séries temporais são apresentados à esquerda da imagem.

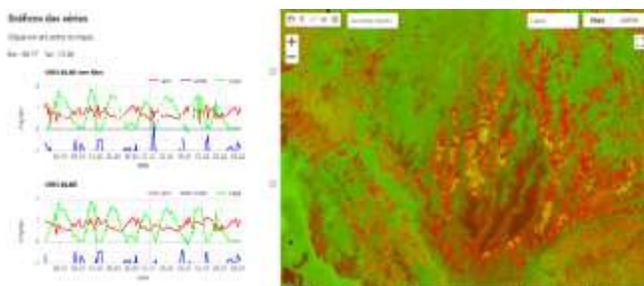


Figura 4. Resultado da série temporal em um pixel da imagem.

A Figura 5 apresenta a série temporal sem a filtragem e com a filtragem, sendo a fração solo apresentada em vermelho, a fração sombra em azul e a fração vegetação em verde. Podemos observar neste pixel de cultura de soja no estado do Mato Grosso, a alternância cíclica dos valores das frações solo com a fração vegetação, indicando o período de solo exposto e o período de cobertura da cultura, sendo está uma aplicação prática no uso da série.

Gráficos das séries

Clique em um ponto no mapa.

lon: -58.77 lat: -13.36

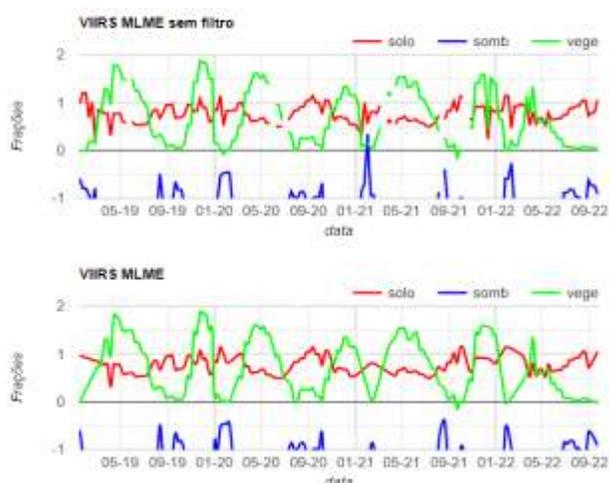


Figura 5. Gráfico da série temporal de um pixel de cultura de soja.

Outro exemplo seria do comportamento da água na fração sombra, coletado no rio Amazonas (Figura 6).

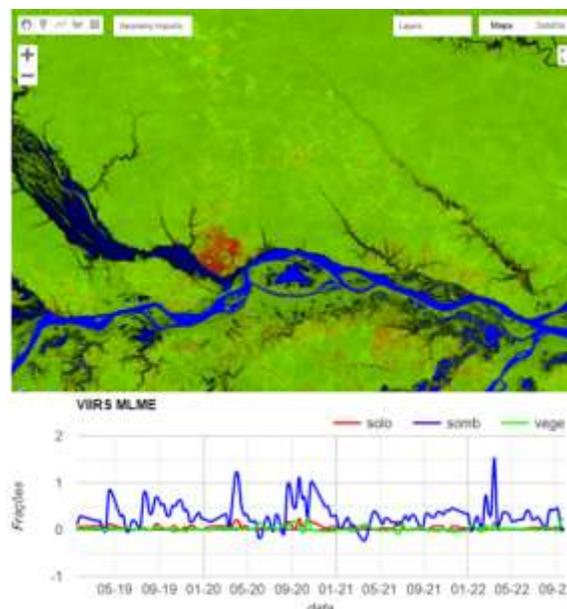


Figura 6. Comportamento da água na série temporal.

A possibilidade de se observar frações vegetação, solo e sombra ao mesmo tempo, facilita a interpretação do comportamento do pixel durante o período da série temporal. A Figura 7 mostra o comportamento de um pixel na floresta no estado do Mato Grosso, onde a fração vegetação se aproxima a 1 enquanto que no Cerrado (Figura 8) a fração vegetação se alterna com a fração solo com valores em torno de 0,5.

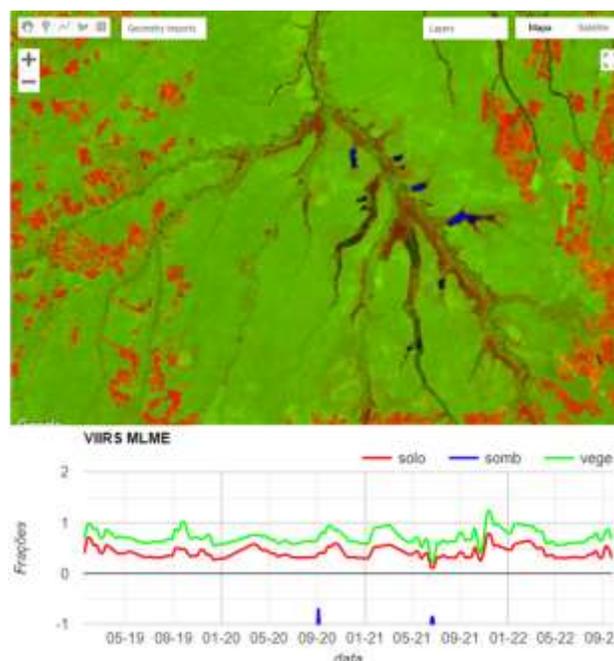


Figura 7. Série temporal de um pixel de Floresta.

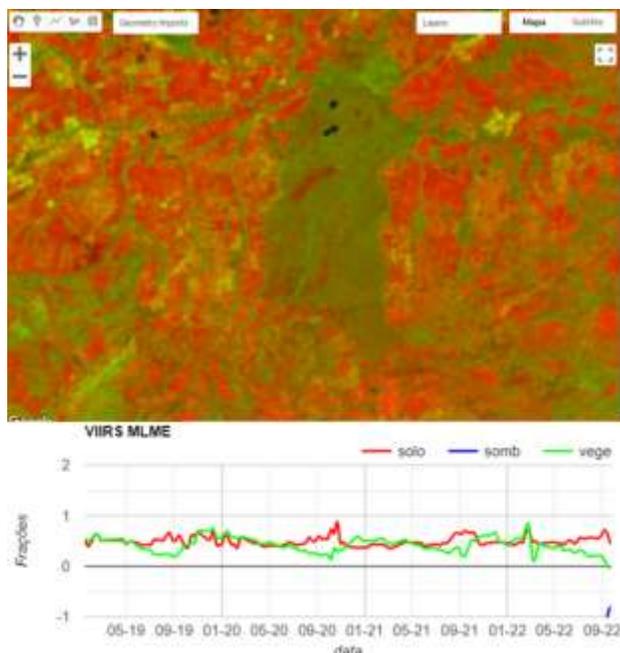


Figura 8. Série temporal de um pixel de Cerrado.

A Figura 9 mostra o comportamento de pixel no deserto da África apresentando a fração solo quase constante na série temporal, com valores superiores a 1 indicando uma saturação e com valores bem baixos na fração vegetação, isto indica a necessidade de um melhor refinamento dos *endmembers*, pois os mesmos são aplicados em todas as imagens da série temporal.

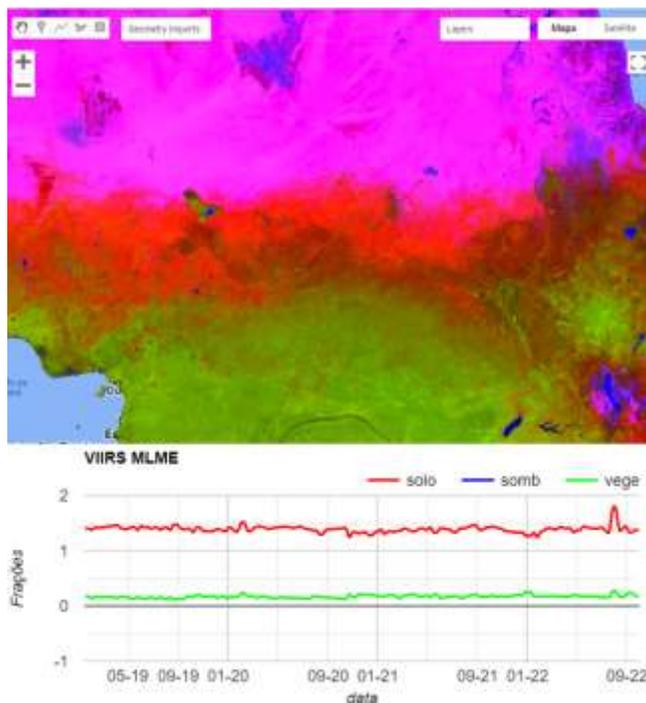


Figura 9. Série temporal de um pixel no deserto da África.

4. CONCLUSÕES

O trabalho provou a viabilidade de se obter série temporal dos resultados do MLME utilizando as funcionalidades do GEE, sendo apresentado as variações temporais da cobertura da terra. Como foi apresentado, a distinção de culturas, tipos de vegetação, áreas com água ou mesmo deserto. Ainda é necessário o refinamento dos *endmembers*, pois são usados para todas as imagens da série. Também é preciso melhorar a filtragem das imagens para eliminar os ruídos, contudo os resultados são bastante promissores. O produto gerado será disponibilizado para os usuários via aplicativo do GEE e poderá ser utilizado como referência para trabalhos futuros de mudança de uso e cobertura do solo.

5. REFERÊNCIAS

- [1] N. Gorelick, M. Hancher, M. Dixon, S. Ilyushchenko, D. Thau, and R. Moore. Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. *Remote sensing of Environment*, 202, 18-27, 2017.
- [2] ATBD, V. Joint polar satellite system (JPSS) visible infrared imaging radiometer Suite (VIIRS) sensor data records (SDR) algorithm theoretical basis document (ATBD). Goddard Space Flight Center, Greenbelt, Maryland, Tech. Rep. Joint Polar Satell. Syst.(JPSS) Ground Project Code, 474474-00053, 2013.
- [3] X. Xiong, and W. Barnes. An overview of MODIS radiometric calibration and characterization. *Advances in Atmospheric Sciences*, 23(1), 69-79, 2006.
- [4] K. Didan, A. B. Munoz, T. J. Compton, and J. E. Pinzon. Vegetation Index Product Suite User Guide & Abridged Algorithm Theoretical Basis Document. Suomi National Polar-orbiting Partnership Visible Infrared Imaging Radiometer Suite, S-NPP VIIRS VI User Guide—V2, 1, 1-108, 2018.
- [5] E. L. Bullock, C. E. Woodcock, and P. Olofsson. Monitoring tropical forest degradation using spectral unmixing and Landsat time series analysis. *Remote sensing of Environment*, 238, 110968, 2020.
- [6] Y. E. Shimabukuro and J. A. Smith. The Least-squares Mixing Models to Generate Fraction Images Derived from Remote Sensing Multispectral data. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, v. 29 n. 1, pp.16-20, 1991.
- [7] Y. E. Shimabukuro, A. C. Dutra, and E. Arai. Modelo Linear de Mistura Espectral: Conceitos Teóricos, Algoritmos e Aplicações em Estudos na Amazônia Legal. *Revista Brasileira de Cartografia*, v. 72, n. Especial 50 anos, 2020.
- [8] R. M. Freitas, E. Arai, M. Adami, A. S. Ferreira, F. Y.Sato, Y. E. Shimabukuro, and B. F. T. Rudorff. Virtual laboratory of remote sensing time series: visualization of MODIS EVI2 data set over South America. *Journal of Computational Interdisciplinary Sciences*, 2(1), 57-68, 2011.