



USO DE CLOROFILA INDUZIDA PELO SOL (SUN-INDUCED FLUORESCENCE - SIF) POR MEIO DE IMAGENS DE SATÉLITE NA DIFERENCIAÇÃO DE PASTAGEM CONSORCIADA

Palavras-Chave: Sistema de integração lavoura-pecuária, Coluna média de Carbono Atmosférico, OCO-2, GOSAT.

Autores:

Aluna: Gisele Saori Kumagai, UNICAMP

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Gleyce K. D. A. Figueiredo, UNICAMP

Co-orientadora: Yane de Freitas da Silva, UNICAMP

INTRODUÇÃO:

Medidas de fluxo de Carbono (C) das plantas através da coluna média de carbono atmosférico (XCO₂) é feito por sensores orbitais com bandas espectrais que compreendem faixas onde a vegetação tem alta resposta à atividade fotossintética e possibilita realizar, deste modo, o monitoramento da saúde da planta. Além disso, permite compreender e correlacionar a produtividade de diversas culturas, como o estudo da cultura da cana-de-açúcar (DE SOUZA et al., 2008), em que a medição da produtividade é feita pela alocação direta de sacarose para os colmos, ou seja, provavelmente, gastam menos energia para armazenar carbono.

As abordagens do sensoriamento remoto usando a Fluorescência da clorofila induzida pelo sol (Sun-induced Fluorescence - SIF) tem o potencial de avaliar diretamente a fotossíntese do ecossistema, fornecer dados de produção de biomassa, pois está fortemente relacionada com a produtividade primária bruta (Gross Primary Production - GPP) (HE et al., 2020) e ainda pode ajudar na compreensão do fluxo de carbono entre o ecossistemas terrestres e a atmosfera (MORAIS FILHO, 2018).

O objetivo desse projeto foi avaliar a variabilidade temporal da SIF em uma pastagem consorciada entre milho e braquiária com manejo intensivo em um sistema de Integração Lavoura-Pecuária (iLP) e, em seguida, relacionar com a coluna média de carbono atmosférico (XCO₂) provenientes do satélite Orbiting Carbon Observatory (OCO-2) e índice de vegetação melhorado (Enhanced Vegetation Index - EVI) do sensor Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS).

METODOLOGIA:

Com período de desenvolvimento de estudo de seis meses, a área de estudo, localizada em uma fazenda no município de Caiuá - oeste paulista, possuía o sistema de Integração Lavoura Pecuária (iLP) com a sucessão de soja e milho + braquiária, e foi dividida em quatro talhões de 50 ha cada que estavam, por sua vez, submetidos a diferentes níveis de pastejo, Figura 1.

Os dados de XCO₂ foram adquiridos em formato CSV através da plataforma LITE FP do satélite OCO-2 (<https://co2.jpl.nasa.gov/#mission=OCO-2>) para o período de maio a setembro de 2019, que corresponde ao período de desenvolvimento da pastagem na área. Já para o EVI os dados foram extraídos também em formato CSV através da plataforma Google Earth Engine (GEE). Para extração dos dados foi considerada uma grade de pontos estratificada distribuída por toda área, totalizando 40 pontos (Figura 1). Feito isso, foram traçadas séries temporais de XCO₂ e EVI dos respectivos talhões em estudo para melhor análise do comportamento espacial da região.

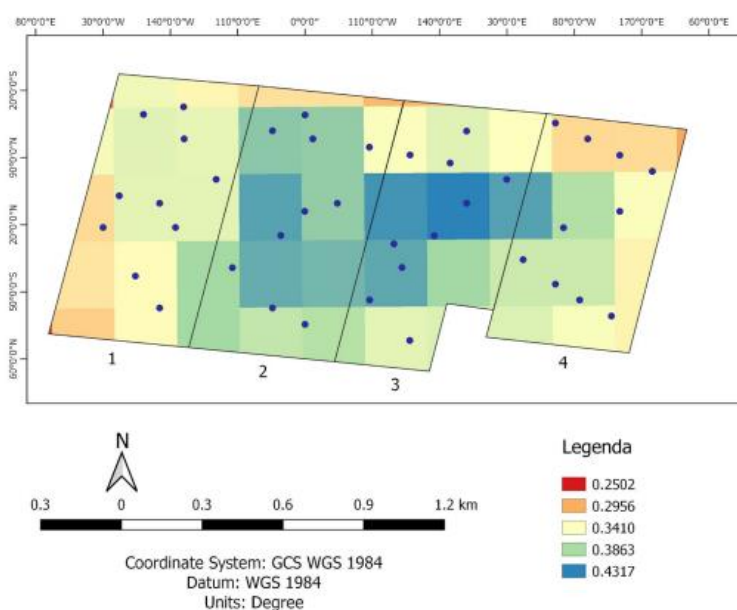


Figura 1 – Localização dos pontos da área de estudo com a variação espacial do EVI (sensor MODIS) (EVI datado em 13/08/2019), localizado no município de Caiuá - SP.

É importante ressaltar que esse relatório representa a primeira parte do projeto da pesquisa, em função da desistência do projeto, onde, a primeira etapa tinha como objetivo analisar o comportamento temporal do EVI com o XCO₂ para a área de estudo.

RESULTADOS:

A Tabela 1 representa a variação entre os meses para cada talhão de XCO₂ e de EVI. Tem-se o EVI com os maiores valores para maio, e os menores valores para agosto. Em relação ao XCO₂, houve bastante diferença entre os talhões.

Tabela 1 – Valores médios do XCO2 dentro de cada talhão (1, 2, 3 e 4), em parte por milhão (ppm), e do índice de vegetação EVI, adquiridos pelos satélites OCO-2 e MODIS, respectivamente durante os meses de maio a setembro de 2019.

Satélite	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro
1_XCO2	407,882	407,207	409,742	406,969	409,040
2_XCO2	406,773	408,109	408,168	407,130	407,564
3_XCO2	407,104	408,176	408,182	407,313	407,945
4_XCO2	406,589	407,557	408,582	409,521	408,430
1_EVI	0,558	0,376	0,420	0,347	0,353
2_EVI	0,550	0,384	0,447	0,359	0,385
3_EVI	0,548	0,397	0,433	0,384	0,449
4_EVI	0,537	0,380	0,372	0,337	0,379

Na Figura 2, observa-se comportamento semelhante entre o talhão 2 e talhão 3 e, no talhão 1 e talhão 4 nota-se comportamento distintos entre si e os demais gráficos. Tal fato será melhor aprofundado em futuro estudo mas, a princípio, considera-se que a posição que cada talhão se encontra na área de estudos (Figura 1) pode estar diretamente relacionado ao tal comportamento, uma vez que os talhões 1 e 4 estão nas extremidades da área de estudo, enquanto os talhões 2 e 3, encontram-se no meio. Além disso, o manejo adotado em cada talhão pode ter influenciado também nos valores de XCO2 e EVI.

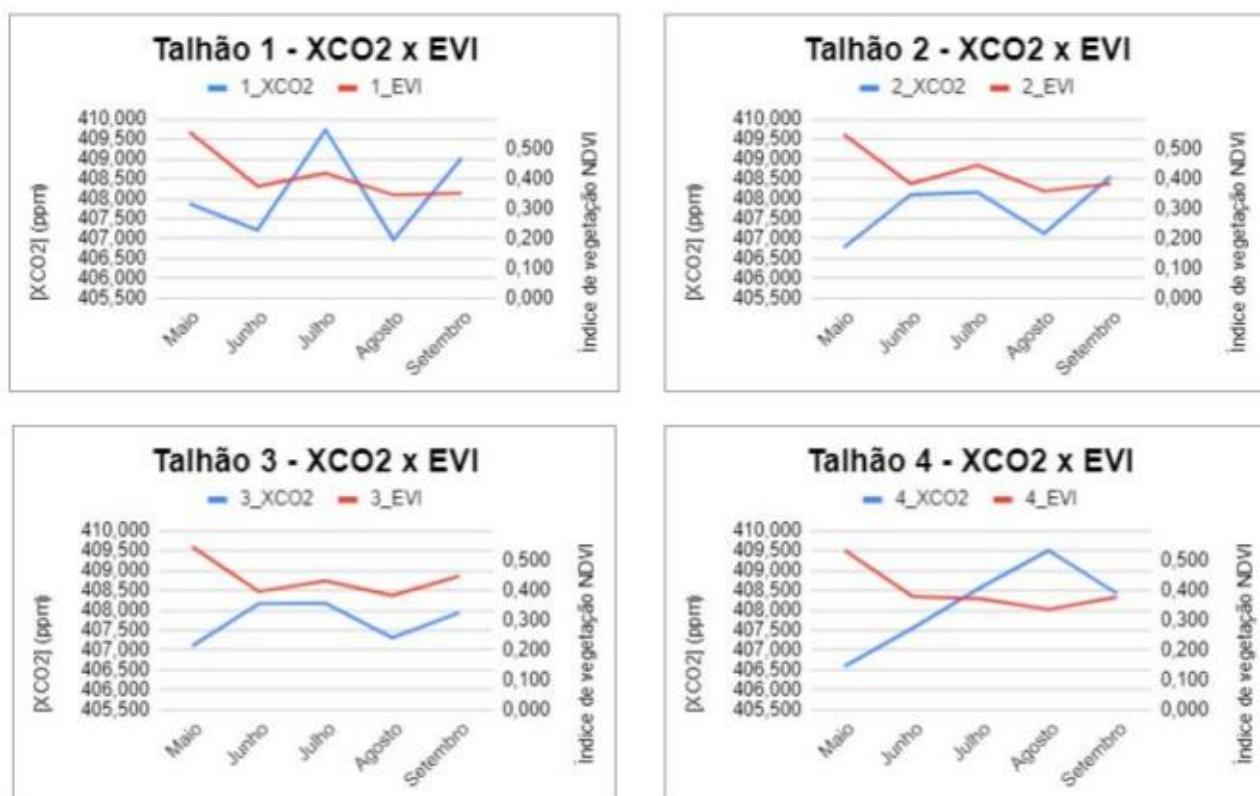


Figura 2 – Série temporal XCO2 e EVI dos talhões 1, 2, 3 e 4, respectivamente.

Uma vez que havia pretensão de expandir o período de estudo do trabalho futuramente para o período de desenvolvimento de todo o ciclo de iLP, para uma melhor análise, foi traçado uma série temporal com os dados de XCO₂ (Figura 3) no período de um ano a fim de averiguar se seria possível identificar o pico de desenvolvimento da soja e sua colheita. E, posteriormente, seria realizada a sua diferenciação com a pastagem.

Na Figura 3, apesar da ausência de informações dos meses de abril e outubro, foi possível assimilar o comportamento das séries com as respectivas fases de crescimento e manejo. Um evento de colheita, pode ser demonstrado com um valor menor (Figura 3, número 2), e também com o pico vegetativo da soja e do milho, um maior valor de XCO₂ (Figura 3, número 1 e 2)

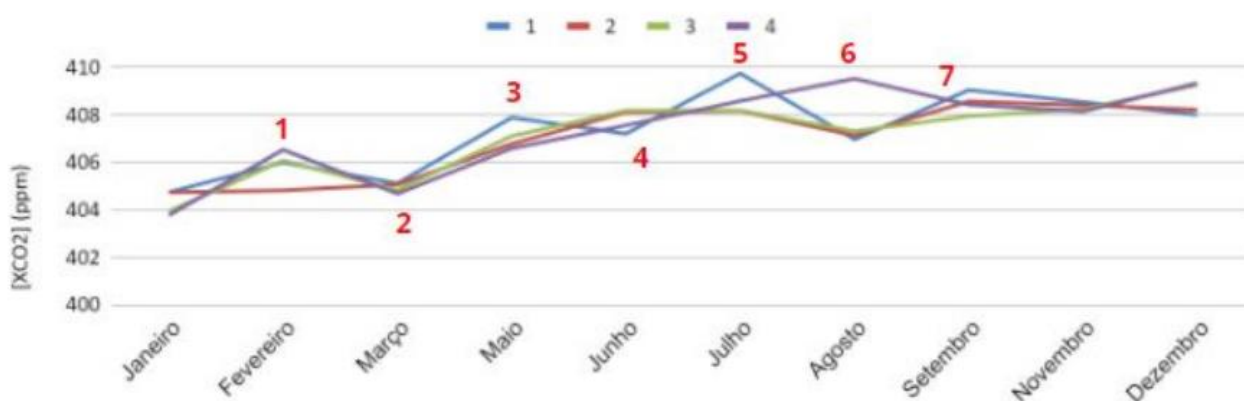


Figura 3 – Série temporal de XCO₂ da área de estudo no ano de 2019 para cada talhão. (1) Pico do desenvolvimento da soja; (2) Colheita da soja; (3) Pico de desenvolvimento do milho; (4) Roçagem da área (talhão 1 e talhão 2); (5) Pico de desenvolvimento do milho + braquiária; (6) Pico de desenvolvimento da braquiária; (7) Entrada do gado.

CONCLUSÕES:

Na primeira etapa do estudo a coluna média de carbono atmosférico (XCO₂) possibilitou monitorar tanto a pastagem consorciada quanto o pico de desenvolvimento e colheita da soja, e por meio do índice de vegetação melhorado (EVI) observou-se, também, a variação da pastagem durante o seu desenvolvimento.

BIBLIOGRAFIA

- DE SOUZA, A. P.; GASPAR, M.; DA SILVA, E. A.; ULIAN, E. C.; WACLAWOVSKY, A. J.; NISHIYAMA, M. Y.; DOS SANTOS, R. V.; TEIXEIRA, M. M.; SOUZA, G. M.; BUCKERIDGE, M. S. Elevated CO₂ Increases Photosynthesis, Biomass and Productivity, and Modifies Gene Expression in Sugarcane. *Plant, Cell and Environment*, v. 31, n. 8, p. 1116–1127, 2008.
- GORELICK, N.; HANCHER, M.; DIXON, M.; ILYUSHCHENKO, S.; THAU, D.; MOORE, R. Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone, v. 202, p. 18-27, 2017.
- HE, L.; MAGNEY, T.; DUTTA, D.; YIN, Y.; KÖHLER, P.; GROSSMANN, K.; STUTZ, J.; DOLD, C.; HATFIELD, J.; GUAN, K.; PENG, B.; FRANKENBERG, C. From the ground to space: Using solar-

induced chlorophyll fluorescence (SIF) to estimate crop productivity. *Geophysical Research Letters*, 2020.

MORAIS FILHO, L. F. F. Variabilidade temporal da concentração atmosférica de CO₂, fluorescência da clorofila induzida pelo sol e ndvi em áreas com diferentes usos agrícolas no centro-sul do brasil. [s.l: s.n.],2018.