

ANOMALIAS DE X_{CO_2} PARA A REGIÃO SUCROALCOOLEIRA DE RIBEIRÃO PRETO, SÃO PAULO, BRASIL.

LUIS MIGUEL DA COSTA¹, GUSTAVO ANDRÉ DE ARAÚJO SANTOS¹, GABRIEL BONETTI SCARABEL¹, DANIEL VÍTOR MESQUITA DA COSTA¹, GLAUCO DE SOUZA ROLIM¹, NEWTON LA SCALA¹

¹ Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” -UNESP, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias

Apresentado no
XLIX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2020
23 a 25 de novembro de 2020 – Congresso on-line

RESUMO: O estudo de anomalia na concentração de CO_2 atmosférico nos permite identificar fontes e sumidouros de carbono. Sendo assim, objetivamos com esse estudo detectar anomalias de X_{CO_2} para a região sucroalcooleira de Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil. A área em estudo situasse no estado de São Paulo e abrange 34 municípios. A série temporal foi de janeiro de 2015 a dezembro de 2018. Os dados de X_{CO_2} foram obtidos a partir da plataforma do OCO-2. O modelo de anomalia adotado, baseia-se na diferença do X_{CO_2} observado e a mediana do X_{CO_2} para todo o banco de dados. Os valores de anomalia maiores do que zero é caracterizado como fontes de emissão de carbono e, para valores menores que zero, é atribuída como uma fonte de absorção de carbono. De acordo com a distribuição mensal das anomalias de X_{CO_2} , os valores positivos (emissão de CO_2) foram concentraram-se no período da colheita da cana-de-açúcar, enquanto os negativos (captura de CO_2) se concentraram no período de perfilhamento e maturação dos colmos de cana-de-açúcar. Com base nos nossos resultados, concluímos que ao considerar somente o modelo de anomalia, a região sucroenergética de Ribeirão Preto pode estar contribuindo na captura de CO_2 da atmosfera.

PALAVRAS-CHAVE: OCO-2; Sensoriamento Remoto, Captura de carbono.

X_{CO_2} ANOMALIES FOR THE RIBEIRÃO PRETO SUGAR AND ALCOHOL REGION, SÃO PAULO, BRAZIL.

ABSTRACT: The study of anomaly in the concentration of atmospheric CO_2 allows us to identify carbon sources and sinks. Therefore, we aim to study X_{CO_2} anomalies for a sugar and alcohol region in Ribeirão Preto, São Paulo, Brazil. An area under study located in the state of São Paulo and covers 34 municipalities. A time series was from January 2015 to December 2018. The X_{CO_2} data was obtained from the OCO-2 platform. The anomaly model adopted is based on the difference in observed X_{CO_2} and the median of X_{CO_2} for the entire database. Anomaly values greater than zero are displayed as carbon emission sources and, for values less than zero, are assigned as a carbon absorption source. According to the monthly distribution of X_{CO_2} anomalies, the positive values (CO_2 emission) were concentrated in the sugar cane harvest period, while the (CO_2 capture) were concentrated in the profile and maturation period of the stalks. sugar cane. Based on our results, we conclude that considering only the anomaly model, a sugar-energy region of Ribeirão Preto may be contributing to the capture of CO_2 from the atmosphere.

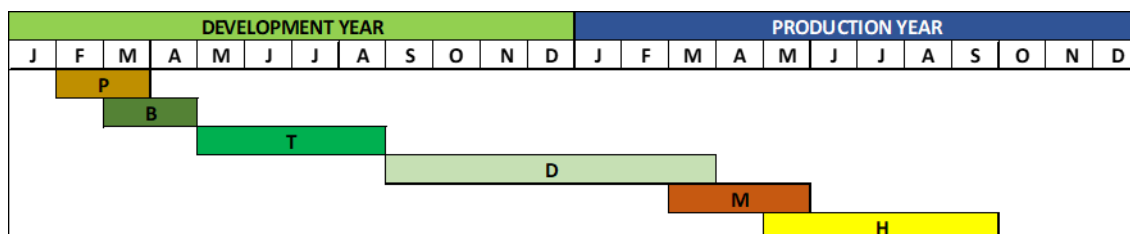
KEYWORDS: OCO-2, Remote Sensing, Carbon Uptake

INTRODUÇÃO: O agronegócio em São Paulo é responsável por aproximadamente 10% de toda renda gerada pelo setor no Brasil (IBGE, 2017). A contribuição da cultura de cana-de-açúcar no estado é de 41%, destes, a Região sucroalcooleira de Ribeirão Preto é responsável entre 40 a 60% (CEPEA/USP, 2014). Esta cultura apresenta um alto nível de sequestro de carbono, contudo sua contribuição varia com a opção de manejo do solo adotada, sendo que, quanto maior o revolvimento do solo, menor a retenção de carbono (MORAIS FILHO, 2018). A utilização de satélites tem sido de suma importância para a compreensão da variabilidade do CO₂ atmosférico (SIABI et al., 2019). Apesar das incertezas quantitativas das observações, a consistência deste método e da qualidade das observações, é reforçada pela NASA, que providência 65000 observações de extrema qualidade por dia através do seu mais recente satélite em órbita, o OCO-2 (O'DELL et al., 2012). O estudo de anomalia na concentração de CO₂ atmosférico nos permite identificar fontes e sumidouros de carbono (HAKKARAINEN et al., 2016), podendo ser utilizado como indicativo para o manejo de solo adotada em uma região majoritariamente agrária. Sendo assim, objetivamos com esse estudo detectar anomalias de X_{CO2} para a região sucroalcooleira de Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS: A área em estudo situa-se no estado de São Paulo e abrange 34 municípios. A série temporal foi de janeiro de 2015 a dezembro de 2018. Os dados de X_{CO2} foram obtidos a partir da plataforma do OCO-2 (<https://oco.jpl.nasa.gov/>). O produto primário do Observatório de Carbono em Órbita-2 consiste em estimativas georreferenciadas da concentração atmosférica de CO₂ (X_{CO2}). O X_{CO2} nada mais é que a concentração média de dióxido de carbono em uma coluna de ar seco estendendo-se da superfície da terra até o topo da atmosfera. O modelo de anomalia adotado, baseia-se no descrito por Hakkarainen et al. (2016), onde os valores de anomalia maiores do que zero são caracterizados como fontes de emissão de carbono e, para valores menores que zero, é atribuída como uma fonte de absorção de carbono. O cálculo da anomalia se dá pela diferença entre a observação e a mediana diária das observações. Considerando que este estudo é a nível regional, diferentemente do estudo base que considera dados globais, não há quantidade de dados suficientes para seguir o modelo exato, porém é possível adaptá-lo utilizando a mediana anual ao invés da diária, desta maneira o modelo de anomalia adotado é descrito pela Eq.1. O ciclo da cana-de-açúcar para região estudada é demonstrado na figura 1. No primeiro ano de estabelecimento da cultura, entre fevereiro e março, ocorre o plantio, seguido da brotação (entre março e abril) e do perfilhamento (entre maio e agosto).

$$X_{CO_2}(\text{anomalia}) = X_{CO_2}(\text{observação}) - X_{CO_2}(\text{mediana anual}) \quad (1)$$

FIGURA 1: Fenologia da Cana-de-Açúcar na região centro-sul (P = Plantio; B = Brotação; T = Perfilhamento; D = Desenvolvimento; M = Maturação; H = Colheita)



Fonte: (Morais Filho, 2018)

RESULTADOS E DISCUSSÃO: De acordo com a distribuição mensal das anomalias de X_{CO_2} (Figura 2) os valores positivos que indicam emissão de CO_2 (Hakkarainen et al. 2016), foram observados nos meses de setembro (0,4 ppm), agosto (0,2 ppm), maio (0,3 ppm) e março (0,8 ppm) para o ano de 2015. Nos demais anos as anomalias positivas se concentraram nos meses de dezembro (0,7 ppm) e junho (0,6 ppm) em 2016, e setembro (0,4 ppm), agosto (0,2 ppm), junho (0,3 ppm) e abril (1,53 ppm) para o ano de 2017, enquanto em 2018, foram os meses de outubro (0,3 ppm) e setembro (0,8 ppm). De acordo com a figura 1, em anos de produção, no mês de setembro é comum que haja a colheita da cana-de-açúcar. Com a retirada da cana de campo, a absorção de carbono pelas plantas tende a cair, o que acaba refletindo em uma maior emissão de CO_2 para atmosfera (MENESES, 2018), devido a colheita. Valores positivos para o mês de setembro foram observados nos anos de 2015, 2017 e 2018 (Figura 2). Enquanto os valores positivos de anomalia indicam a emissão de CO_2 , os valores negativos indicam a sua captura (Hakkarainen et al. 2016). O mês de outubro apresentou valor negativo (-0,4 ppm) de anomalia para os anos de 2015 2016 e 2017. Ainda dentro desse contexto, o mês de abril, foi comum nos anos de 2015 (-0,4 ppm), 2016 (-0,8 ppm) e 2018(-0,3 ppm). De acordo com a figura 1, o mês de outubro dentro do ciclo de cana-de-açúcar é caracterizado pelo período de desenvolvimento da cultura, e é o segundo mês após o período de perfilhamento, já o mês de abril, se encaixa no período de brotação e de maturação da cana. O perfilhamento é uma das fases que mais demanda energia no desenvolvimento desta cultura, juntamente ao desenvolvimento e maturação dos colmos, o que possibilita um aumento da atividade fotossintética, e consequente aumento na captura de CO_2 atmosférico (André et al., 2010). Ao analisar os valores anuais de anomalia de X_{CO_2} (Figura 3), observa-se que, em todos os anos estudados, os valores de anomalia foram negativos, demonstrando que para essa região, o cultivo de cana-de-açúcar pode estar contribuindo para a captura de carbono da atmosfera. Contudo, ressaltamos, que para caracterizar uma região como sumidouro ou não de carbono, outros aspectos devem ser levados em consideração, como por exemplo a utilização de combustível fóssil.

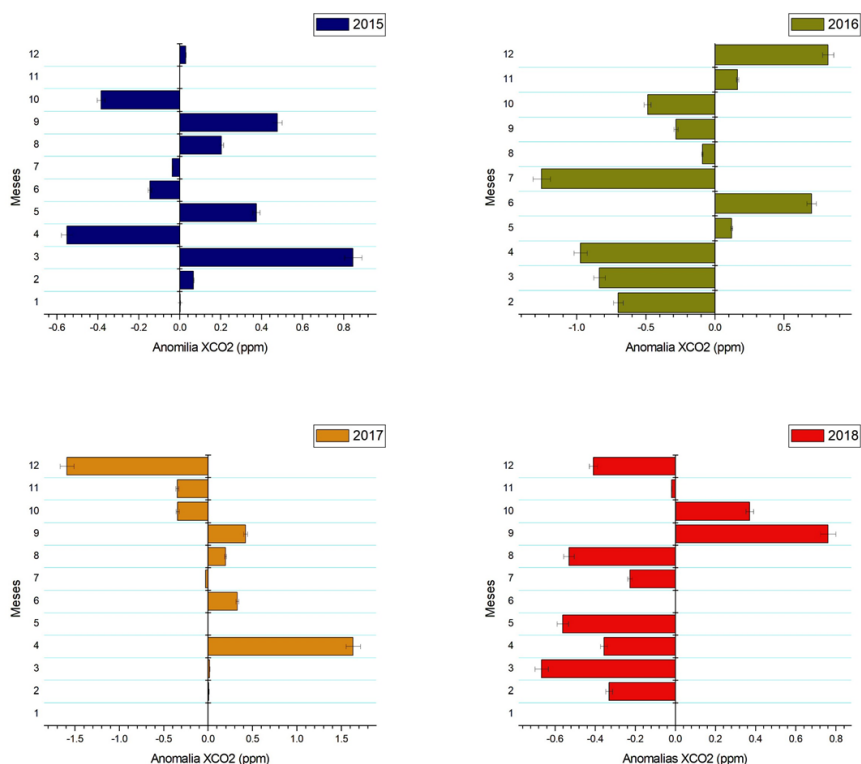


FIGURA 2. Anomalias mensais de X_{CO_2} para a região sucroalcooleira de Ribeirão Preto.

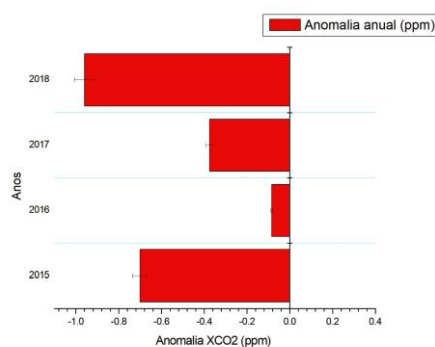


FIGURA 3. Anomalias anuais de X_{CO_2} para a região sucroalcooleira de Ribeirão Preto.

CONCLUSÕES: Com base nos nossos resultados, concluímos que de acordo com a distribuição mensal das anomalias de X_{CO_2} , os valores positivos (emissão de CO_2) concentram-se no período da colheita da cana-de-açúcar, enquanto os negativos (captura de CO_2) concentram-se no período de perfilhamento e maturação dos colmos. Por fim, ao considerar o modelo de anomalia, a região sucroenergética de Ribeirão Preto pode estar contribuindo na captura de CO_2 da atmosfera.

AGRADECIMENTOS: Este estudo foi concedido pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) processo nº 2019/25812-4, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) sob o código de financiamento 001 e pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

REFERÊNCIAS:

- André, R., G., B., Mendonça, J.C., Alves, F.M., Da, V., Marques, S., Marques, E.J., 2010. **ASPECTOS ENERGÉTICOS DO DESENVOLVIMENTO DA CANA-DE-AÇÚCAR. PARTE 2: BALANÇO DE ENERGIA E PARÂMETROS DERIVADOS.** Instituto Nacional de Meteorologia (INMET / MAPA). Brasília, DF Laboratório de Meteorologia, Universidade Estadual Norte Fluminense (LAMET / CCT / UENF), Macaé, RJ Consultor, Rio de Janeiro, RJ Recebido S. Rev. Bras. Meteorol. 25, 535–542.
- CEPEA/USP. **PIB do Agronegócio de SP: cálculos detalhados confirmam prevalência de Serviços e Indústria Processadora no estado.** PIB AGRO SÃO PAULO, 2014.
- HAKKARAINEN, J., IALONGO, I. and TAMMINEN, J., 2016. **Direct space-based observations of anthropogenic CO₂ emission areas from OCO-2.** Geophysical Research Letters, 43(21), pp.11-400
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Produção Agrícola Municipal**, 2014; Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pam/2014/default_xls.shtm. Acesso em 15/10/2019.
- Morais Filho, L.F.F., 2018. **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.** Dissertação de mestrado, Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.
- O'Dell, C.W., Connor, B., Bösch, H., O'Brien, D., Frankenberg, C., Castano, R., Christi, M., Fisher, B., Gunson, M., McDuffie, J. and Miller, C.E., 2012. **The ACOS CO₂ retrieval algorithm-Part 1: Description and validation against synthetic observations.** Atmospheric Measurement Techniques, 5(1), p.99.
- Siabi, Z., Falahatkar, S. and Alavi, S.J., 2019. **Spatial distribution of XCO₂ using OCO-2 data in growing seasons.** Journal of environmental management, 244, pp.110-118.