

## **ANÁLISE DOS POLUENTES ATMOSFÉRICOS E QUEIMADAS NO BIOMA PANTANAL ENTRE OS ANOS DE 2018 E 2019**

João Hass Megale, Mariana Consiglio Kasemodel, Débora de Souza Alvim,

Universidade de São Paulo

(joao.hass@usp.br)

### **RESUMO**

O presente estudo analisou espacial e sazonalmente a concentração na superfície dos poluentes atmosféricos dióxido de nitrogênio ( $\text{NO}_2$ ) proveniente do sensor OMI localizado no satélite AURA, dióxido de enxofre ( $\text{SO}_2$ ), monóxido de carbono (CO), carbono negro (BC) e carbono orgânico (OC) a partir de dados de reanálise do MERRA-2, liberados a partir da queima de biomassa, no bioma do Pantanal brasileiro, para os anos de 2018 e 2019. Também foram utilizados dados de precipitação e fire radiative power (FRP) para o período e, a partir das análises foi possível identificar os meses com maior índice de poluentes e a relação com o período de seca nessa região. Os resultados e análise dos dados mostram que nos meses com maior número de queimadas e mais baixos índices de precipitação, as concentrações médias de todos poluentes duplicaram em 2019 em relação a 2018, proporcional ao valor de FRP que também duplicou no mesmo período e 50 % da diminuição da precipitação em 2019 quando compara-se com 2018.

**Palavras-chave:** Poluição Atmosférica, Queimadas, Pantanal.

### **ABSTRACT**

The present study spatially and seasonally analyzed the surface concentration of air pollutants nitrogen dioxide ( $\text{NO}_2$ ) of the OMI sensor located on the AURA satellite, sulfur dioxide ( $\text{SO}_2$ ), carbon monoxide (CO), black carbon (BC) and organic carbon (OC) from MERRA -2 reanalysis data, released from biomass burning, in the Brazilian Pantanal biome, for the years 2018 and 2019. Precipitation and radiative fire power (FRP) data were also used for the period and, based on the analyses, it was possible to identify the months with the highest pollutant index and the relationship with the drought period in this region. The results and analysis of the data show that in the months with the highest number of fires and

lower precipitation rates, the average concentrations of all pollutants doubled in 2019 compared to 2018, proportional to the value of the same FRP, which also doubled in the period and 50% of the decrease in rainfall in 2019, when compared to 2018.

**Keywords:** Atmospheric Pollution, Fires, Pantanal.

## Introdução

Nas últimas décadas tem aumentado as áreas de queimadas no Brasil, em virtude do aumento da ocupação do seu território, ocasionando a perda de biodiversidade, o aumento do efeito estufa e perda da fertilidade do solo, além da poluição do ar, aumentando a ocorrência de doenças respiratórias (GRANEMANN; CARNEIRO, 2009).

Como um dos principais exemplos do aumento de focos de queimadas no Brasil é possível citar o bioma do Pantanal. O Pantanal, nos anos de 2019 e 2020, foi alvo de uma das maiores catástrofes de sua história provocadas pelo fogo. Apesar disso, uma grande parte da região do Pantanal é propensa a incêndios, o que significa que o fogo tem grandes impactos na distribuição e sobrevivência das espécies, já que algumas espécies desenvolveram adaptações ou dependem do fogo para reprodução (LEAL FILHO et al., 2021).

O Pantanal é a maior planície alagada do mundo, com uma área total variando em 140.000 km<sup>2</sup> a 210.000 km<sup>2</sup>, dependendo da estação (LEAL FILHO, et al., 2021). Está localizado principalmente no estado brasileiro de Mato Grosso do Sul, mas se estende por Mato Grosso e porções da Bolívia e Paraguai. Seu relevo é formado por planícies de inundação, acompanhado de serras, morros e depressões rasas e possui uma imensa biodiversidade. Os atuais problemas de incêndio vistos no Pantanal são uma combinação de fatores climáticos e atividades humanas (LEAL FILHO et al., 2021). Muitos canais, comumente chamados de "bocas", foram bloqueados artificialmente por fazendeiros para evitar o alagamento dos campos usados para pastagem (LEAL FILHO et al., 2021). O fato de a água não se espalhar facilmente, faz com que os campos não sejam devidamente irrigados, o que, por sua vez, aumenta a exposição às secas. Além disso, práticas agrícolas inadequadas têm influenciado o abastecimento de água a rios como Cuiabá e Paraguai, reduzindo seus tamanhos (LEAL FILHO et al., 2021). Esse fato também aumenta a vulnerabilidade às secas.

Conforme observa-se na Tabela 1 nos anos de 2019 e 2020 apresentam a maior área queimada no bioma Pantanal nos últimos 5 anos, apresentando 14 % e 27 % de extensão do bioma de área queimada.

Tabela 1 - Área queimada (km<sup>2</sup>) bioma Pantanal por ano completo. O produto AQ1Km é construído a partir dos dados MODIS coleção 6 dos satélites AQUA e TERRA concomitante, de baixa resolução espacial (1 km), com o propósito de obter uma estimativa ampla e visão geral das áreas queimadas nos biomas brasileiros. Os percentuais dos biomas referem-se à extensão territorial de cada bioma.

Ano	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Área queimada	7.871 (5,2%)	11.245 (7,5%)	9.829 (6,5%)	3.094 (2,1%)	20.833 (13,9%)	40.606 (27,0%)

O presente trabalho analisou espacial e sazonalmente a concentração na superfície dos poluentes atmosféricos, dióxido de nitrogênio (NO<sub>2</sub>), dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>), monóxido de carbono (CO), carbono negro (BC) e carbono orgânico (OC), liberados a partir da queima de biomassa, na região do bioma Pantanal para os anos de 2018 e 2019, bem como sua relação com fire radiative power (FRP), e os padrões de precipitação para o mesmo período.

## Metodologia

A área de estudo está localizada na região de fronteira entre o Mato Grosso e o Mato Grosso do Sul, englobando todo o bioma pantanal, com recorte na latitude -22.0 a -15.5 e longitude -60.0 a -55.0.

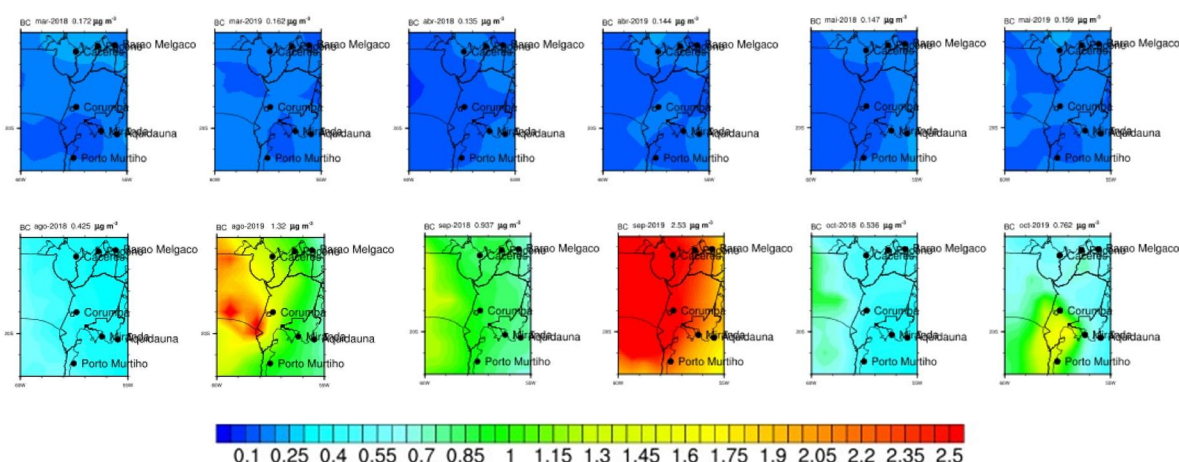
Para a realização desta pesquisa foram utilizados dados de concentração de NO<sub>2</sub> proveniente do sensor OMI localizado satélite AURA, CO, SO<sub>2</sub>, OC e BC retirados do MERRA-2. As reanálises atmosféricas do MERRA-2 produzem registros de longo prazo de alta resolução espacial e temporal global de campos meteorológicos e composição da atmosfera da Terra, utilizando a metodologia de assimilação de dados (KALNAY, 2002), em que observações de satélite e terrestres são combinadas com o modelo de circulação geral (GCM) simulações de forma estatisticamente ótima. Nesta pesquisa as concentrações em superfície de NO<sub>2</sub>, CO, SO<sub>2</sub>, OC e BC são referentes a médias mensais na região de estudo para o período de janeiro de 2018 à dezembro de 2019, os downloads dos dados foram feitos no <https://giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni/>, o software utilizado para produzir as figuras de concentração dos poluentes foi o NCL da NCAR.

Também foram obtidos dados diários de precipitação pluviométrica acumulada mensal provenientes do ERA5 para o período de 2018 e 2019. Para análise dos focos de calor, risco de fogo e fire radiative power (FRP) foram utilizados dados diários de diferentes pontos do pantanal brasileiro, para o período de 2018 a 2019 provenientes do BDQueimadas/INPE (<https://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/bdqueimadas>).

## Resultados e discussão

Na Figura 1 mostra as concentrações de BC na superfície para região de estudo a partir dos dados do MERRA-2. As menores concentrações do poluente BC, Figura 1, ocorrem nos meses março, abril e maio para os anos de 2018 e 2019, já as maiores concentrações de BC são encontradas nos meses de agosto, setembro e outubro, onde devido ao aumento das queimadas na região no ano de 2019 a concentração média do poluente BC fica 2,5 vezes maior do que ano de 2018.

Figura 1 – Concentração superficial sazonal de BC para os anos de 2018 e 2019 na área de estudo, nos meses de março, abril, maio, agosto, outubro e novembro.



Fonte: MERRA-2.

Na Tabela 2 são apresentadas as concentrações dos poluentes, o FRP e a precipitação média diária para os anos de 2018 e 2019. Conforme verifica-se na Tabela 2 as concentrações de NO<sub>2</sub> do sensor OMI foram menores nos meses de fevereiro até abril e as maiores concentrações ocorreram de julho até outubro, considerando somente os meses

com maiores concentrações, julho a outubro e comparando o ano de 2018 com 2019 ocorreu um aumento de 1,7 vezes a mais nas concentrações de 2019 em relação a 2018.

As concentrações de CO são menores em abril até junho e maiores em agosto, setembro e outubro (ASO), considerando ASO para CO, as concentrações são 1,4 vezes maiores em 2019 em relação a 2018. As menores concentrações de SO<sub>2</sub> ocorrem em janeiro até março e as maiores de julho a outubro, as concentrações de SO<sub>2</sub> dobram de julho a outubro de 2019 quando comparadas com 2018. As menores concentrações de BC ocorrem de abril até junho e as maiores concentrações ocorrem em ASO, aumentando de 2,5 vezes no período de ASO de 2019 quando comparado ao ano de 2018. As menores concentrações de OC ocorrem de abril e junho e as maiores concentrações em ASO. Os maiores valores de FRP ocorrem em ASO em 2018 e 2019, porém em 2019 no mês de novembro é encontrado o segundo maior valor de FRP para este ano. Considerando somente a precipitação nos meses de seca de maio até setembro choveu 50 % a menos em 2019 do que em 2018, o que contribuiu para o aumento do número de focos de queimada e consequentemente os níveis de poluição.

Tabela 2 - Concentração dos poluentes, FRP e a precipitação média diária de 2018 e 2019. As unidades de medidas são: Moléculas por centímetro ao quadrado para o NO<sub>2</sub>, parte por bilhão para CO, para os poluentes SO<sub>2</sub>, BC e OC é micrograma por metro cúbico, para o FRP é watts por metro quadrado e para o PPT milímetros.

	NO2	NO2	CO	CO	SO2	SO2	BC	BC	OC	OC	FRP	FRP	PPT	PPT
Mês	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019
Jan	3.40E+14	3.60E+14	136	135	0.104	0.141	0.180	0.279	3.64	4.65	24.39	19.23	7335.4	3275.3
Fev	3.00E+14	3.40E+14	133	138	0.115	0.132	0.170	0.242	3.7	4.3	13.03	17.97	8507.7	5250.6
Mar	2.80E+14	3.60E+14	129	129	0.111	0.146	0.172	0.162	3.84	3.73	19.81	13.15	5140.4	4260.8
Abr	3.10E+14	3.40E+14	115	124	0.172	0.159	0.135	0.144	3.36	3.59	6.97	12.17	2203.6	4230.8
Mai	4.80E+14	3.00E+14	104	111	0.229	0.203	0.147	0.159	3.45	3.45	8.56	16.08	1497.9	1657.7
Jun	5.00E+14	5.30E+14	110	114	0.22	0.25	0.177	0.224	3.14	3.79	8.74	15.19	741.3	586.9
Jul	1.40E+15	7.10E+14	120	131	0.282	0.3	0.238	0.322	3.8	4.51	12.46	17.72	44.7	411.1
Ago	1.70E+15	2.40E+15	138	219	0.335	0.788	0.425	1.320	5.32	14.8	13.53	26.41	1667.1	224.6
Set	6.30E+14	3.40E+15	189	279	0.394	1.05	0.937	2.530	11.2	28.3	22.56	28.71	2640.3	843.6
Out	4.10E+14	8.70E+14	173	190	0.214	0.412	0.536	0.762	7.44	9.38	11.25	30.25	4785.7	1736.2
Nov	4.10E+14	5.30E+14	136	166	0.129	0.327	0.268	0.581	4.38	7.97	9.56	29.32	7733.4	3865.1
Dez	2.70E+14	3.40E+14	123	132	0.158	0.16	0.233	0.277	4.03	4.94	14.16	15.69	3147.9	5818.4

## Considerações finais

Os resultados e análise dos dados mostram que nos meses com maior número de queimadas, mais baixos índices de precipitação, as concentrações médias de todos poluentes duplicaram em 2019 em relação a 2018, proporcional ao valor de FRP que também duplicou no mesmo período e 50 % da diminuição da precipitação em 2019 quando compara-se com 2018.

## Referências

Granemann, D. C.; Carneiro, G. L. MONITORAMENTO DE FOCOS DE INCÊNDIO E ÁREAS QUEIMADAS COM A UTILIZAÇÃO DE IMAGENS DE SENSORIAMENTO REMOTO. Revista de Engenharia e Tecnologia, v. 1, n. 1, p. 55-62, 2009.

Kalnay, E. **Atmospheric Modeling, Data Assimilation and Predictability**. 1. ed. [s.l.] Cambridge University Press, 2002.

Leal Filho, W.; Azeiteiro, U. M.; Salvia, A. L.; Fritzen, B.; Libonati, R. Fire in Paradise: Why the Pantanal is burning. Environmental Science & Policy, v. 123, p. 31-34, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2021.05.005>.

Libonati, R.; Da Camara, C. C.; Peres, L. F.; de Carvalho, L. A. S.; Garcia, L. C. Rescue Brazil's burning Pantanal wetlands. Nature, v. 588, pp. 217-219, 2020. 10.1038 / d41586-020-03464-1.

Miranda, H. S.; Saito, C. H.; Dias, B. F. S. Impactos de Queimadas em Áreas de Cerrado e Restinga. Departamento de Ecologia, Universidade de Brasília, 187p. 1996.

Pereira, P.; Bogunovic, I.; Zhao, W.; Barcelo, D. Short-term effect of wildfires and prescribed fires on ecosystem services. Current Opinion in Environmental Science & Health, v. 22, 100266, 2021. <https://doi.org/10.1016/i.coesh.2021.100266>.