

## PANDEMIA DE COVID-19: IMPACTOS NA QUALIDADE DO AR DURANTE O BLOQUEIO PARCIAL NO ESTADO DE SÃO PAULO

Francisco Ivam Castro do Nascimento<sup>1</sup>, Bruna Cristine da Silva Fernandes<sup>2</sup>, Débora Souza Alvim<sup>3</sup>, João Paulo Assis Gobo<sup>4</sup>, Leonardo Italo de Moura Jesus<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Rondônia UNIR, Campus Porto Velho - Av. Pres. Dutra, 2965 - Olaria, Porto Velho - RO, 76801-058, ivam.nc@gmail.com; <sup>2</sup>Escola de Engenharia de Lorena (EEL) - USP, Estrada Municipal Chiquito de Aquino, N°1000, Mondesir, Lorena/SP, bruna.cristine.fernandes@usp.br; <sup>3</sup>Escola de Engenharia de Lorena (EEL) - USP e CPTEC-INPE, Rodovia Presidente Dutra km 40, Centro - Cachoeira Paulista - SP, deborasalvim@gmail.com <sup>4</sup>Universidade Federal de Rondônia - UNIR, Campus Porto Velho - Av. Pres. Dutra, 2965 - Olaria, Porto Velho - RO, 76801-058, joao.gobo@unir.br. <sup>5</sup>Universidade Federal de Rondônia UNIR, Campus Porto Velho - Av. Pres. Dutra, 2965 - Olaria, Porto Velho - RO, 76801-058, leonardoclimatologiaunir@gmail.com.

### RESUMO

A poluição atmosférica é um dos fatores que mais afetam a qualidade de vida da população. Diante disso, o objetivo deste estudo foi avaliar os impactos na qualidade do ar no estado de São Paulo, durante o bloqueio parcial realizado durante a pandemia COVID-19. Para isso, foram coletados dados mensais de dióxido de nitrogênio (NO<sub>2</sub>) do sensor *Ozone Monitoring Instrument* (OMI), Monóxido de Carbono (CO), Dióxido de Enxofre (SO<sub>2</sub>) e *Black Carbon* (BC) do MERRA-2 do período de abril e maio de 2020. Estes dados foram comparados com a média do mesmo período para os anos de 2017 a 2019. Como resultado, ocorreu diminuição de até 70% da concentração de NO<sub>2</sub>. Nas concentrações de CO e BC proveniente do MERRA-2 observou-se uma diminuição de 10% durante o período do bloqueio. A concentração de SO<sub>2</sub> foi de 5 a 10% menor.

**Palavras-chave** — Poluição Atmosférica; São Paulo; Covid-19.

### ABSTRACT

*Air pollution is one of the factors that most affect the population's quality of life. Therefore, the objective of this study was to evaluate the impacts on air quality in the state of São Paulo, during the partial blockade carried out during the COVID-19 pandemic. For this, monthly nitrogen dioxide (NO<sub>2</sub>) data were collected from the Ozone Monitoring Instrument (OMI), Carbon Monoxide (CO), Sulfur Dioxide (SO<sub>2</sub>) and Black Carbon (BC) from MERRA-2 for the period of April and May 2020. These data were compared with the average of the same period for the years 2017 to 2019. As a result, there was a decrease of up to 70% in the concentration of NO<sub>2</sub>. In the concentrations of CO and BC from MERRA-2, a decrease of 10% was observed during the blockade period. The concentration of SO<sub>2</sub> was 5 to 10% lower.*

**Key words** — Atmospheric pollution; São Paulo; Covid-19.

### 1. INTRODUÇÃO

Em 24 de março de 2020, foi ordenado o bloqueio parcial pelo governo do estado de São Paulo, com o fechamento de atividades não essenciais como shoppings, restaurantes, academias, escolas de ensino fundamental, médio e universidades. Drogarias e supermercados começaram a funcionar com restrições quanto ao distanciamento entre pessoas, e o transporte público passou a funcionar com jornada reduzida, além da adoção de trabalho no formato home office, quando possível.

Com a adoção do bloqueio parcial, o número de automóveis circulando nas grandes cidades caiu consideravelmente, devido às restrições de circulação de pessoas adotadas para conter o avanço da Covid-19. Com as indústrias também operando em escala reduzida de produção e, conseqüentemente, menores emissões de NO<sub>x</sub>, CO e SO<sub>2</sub> na atmosfera, ocorrendo grande potencial de diminuição da poluição do ar [1] [2]

A medição e o controle da qualidade do ar são de suma importância, pois a poluição atmosférica é nociva ao ecossistema podendo acarretar em desastres naturais e problemas respiratórios para o ser humano. De acordo com a OMS (Organização Mundial da Saúde), 92% da população mundial vive em locais onde os níveis de qualidade do ar ultrapassam os limites estabelecidos pela organização. Diversos estudos apontam uma correlação entre a poluição atmosférica e as taxas de mortalidade e morbidade [2] [4]

O setor de transportes é uma importante fonte de emissão de poluentes do ar e gases de efeito estufa. A Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) tem uma frota com cerca de 8 milhões de veículos, a Região Metropolitana de Campinas (RMC) tem 1.200.000, a Baixada Santista (RMBS) possui cerca de 1 milhão de veículos e a Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte (RMVP) possui aproximadamente 1.400.000 veículos, sendo 400 mil pertencentes à sua cidade-sede, São José dos Campos, regiões que serão avaliadas neste estudo quanto a qualidade do ar na época do bloqueio parcial causada pela pandemia de Covid-19. Estudos recentes apontam melhorias na qualidade do ar associadas às medidas de distanciamento social, e

consequente diminuição do trânsito veicular durante a pandemia Covid-19. Por isso, acredita-se que a área em estudo também apresentou uma melhora na qualidade do ar no período temporal analisado.

Nesse sentido, este estudo teve como objetivo avaliar os impactos na qualidade do ar em São Paulo, durante o bloqueio parcial implementado para garantir o distanciamento social necessário devido à pandemia de Covid-19. As análises dos poluentes CO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> e *Black Carbon* (BC) foram realizadas utilizando ciclos diurnos do período de lockdown em abril e maio de 2020, comparando com a média do mesmo período com os três anos anteriores (2017-2019), quando não havia pandemia.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização desta pesquisa foram utilizados dados de concentração de NO<sub>2</sub> do sensor OMI a bordo do satélite AURA e dados de CO, SO<sub>2</sub> e BC proveniente do MERRA versão 2 (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, em que observações de satélite e terrestres são combinadas com o modelo de circulação geral (GCM).

Nesta pesquisa as concentrações de poluentes atmosféricos próximos da superfície de NO<sub>2</sub> provenientes do sensor OMI e os dados de CO, SO<sub>2</sub> e BC provenientes do MERRA-2 são referentes a médias mensais na região do estado de São Paulo, médias mensais para o período de abril e maio de 2020 período da pandemia do Covid-19 e comparados com o mesmo período referente aos anos de 2017 até 2019 (sem pandemia), os downloads dos dados tanto do OMI e também do MERRA-2 foram feitos no <https://giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni/>, o software utilizado para produzir as figuras de concentração dos poluentes foi o NCL do NCAR.

Dados horários das concentrações dos poluentes CO, NO<sub>2</sub> e SO<sub>2</sub>, para os anos de 2017 a 2020 durante os meses de abril e maio foram obtidas a partir do sistema QUALAR (<https://cetesb.sp.gov.br/ar/qualar/>) da Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), onde foram selecionadas 10 estações de monitoramento de qualidade de ar: Campinas-Taquaral, Cubatão-Centro, Cubatão-Vale do Mogi, Paulínia, Parque Dom Pedro, Pinheiros, Santos-Ponta da Praia, São Caetano do Sul, São José dos Campos-Jardim Satélite, São José dos Campos. Também foram obtidos dados meteorológicos para o mesmo período de temperatura, precipitação, umidade relativa, velocidade e direção do vento.

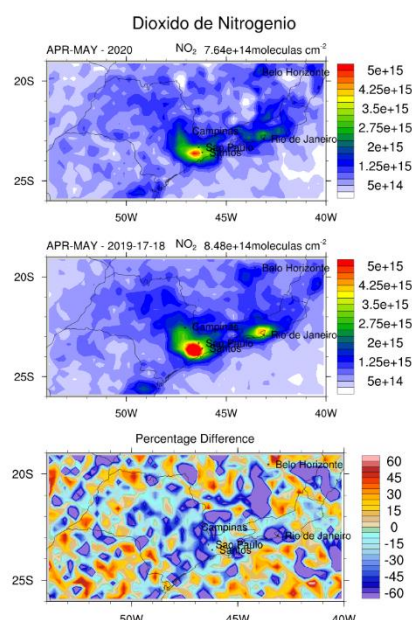
Foram calculadas, para cada uma das estações, as médias horárias correspondentes aos meses de abril e maio do ano de 2020 com pandemia em ciclos diurnos horários dos poluentes e comparadas com o mesmo período para os anos de 2017-2019 (sem pandemia), permitindo uma melhor averiguação

dos impactos da concentração sobre as regiões estudadas no período do lockdown parcial, abril e maio de 2020, para as principais cidades do estado de São Paulo.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A China foi um dos primeiros países a adotar medidas de isolamento social. O resultado foi uma diminuição de 22,8 µg/m<sup>3</sup> de dióxido de nitrogênio na cidade de Wuhan, considerada o “berço” da pandemia. Em outras 367 cidades chinesas, para o mesmo período, também foi constatado uma diminuição de 12,9 µg/m<sup>3</sup> de NO<sub>2</sub> [6]

Na Figura 1 é mostrada a concentração próxima a superfície de NO<sub>2</sub> do sensor OMI do satélite AURA, onde é possível observar melhorias significativas na qualidade do ar da área urbana considerando reduções nos poluentes do ar monitorados em áreas altamente influenciadas pelo tráfego de veículos. Conforme observado na Figura 1 ocorre diminuição de 10 a 60% da concentração de NO<sub>2</sub> sobre as regiões metropolitanas de São Paulo.



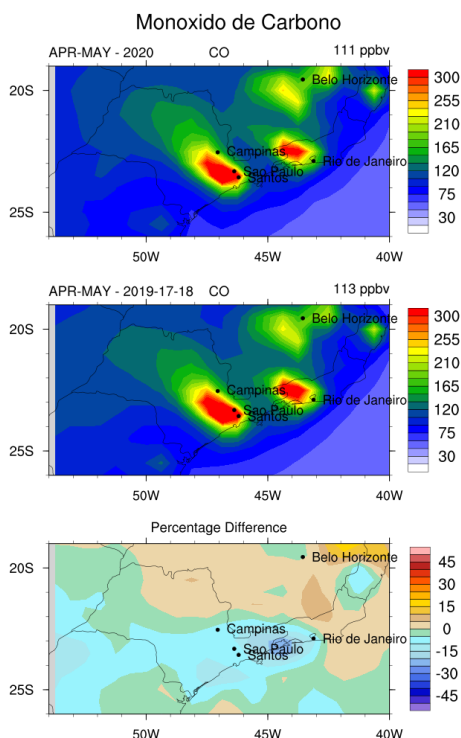
**Figura 1 - Concentração próxima a superfície de NO<sub>2</sub> para os períodos de abril e maio de 2020 e de 2017-2019 provenientes do sensor OMI e a diferença em percentual entre o período com pandemia menos o período sem pandemia.**

A redução da concentração de alguns poluentes atmosféricos, como ozônio, material particulado e dióxido de nitrogênio também foi observado em pelo menos 27 países. Tais reduções foram de aproximadamente 20% [5]

O Monóxido de carbono (CO) é considerado um gás extremamente prejudicial à saúde humana. Sua grande afinidade com a hemoglobina presente nos glóbulos vermelhos do sangue, possibilita que uma pequena

quantidade de CO consiga diminuir a capacidade do sangue em transportar oxigênio [7]

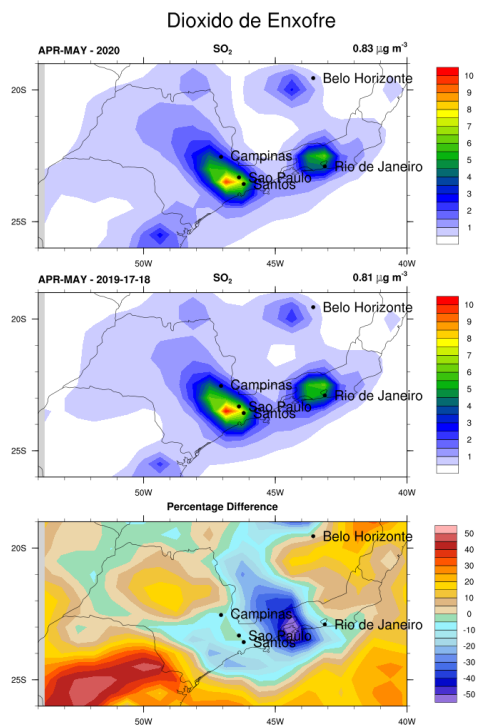
Na Figura 2 são apresentadas as concentrações próximas da superfície de CO provenientes das reanálises do MERRA-2. Observa-se uma diminuição em torno de 10% durante o período do bloqueio parcial devido a Covid-19 sobre quase todo estado de São Paulo, incluindo as estações de monitoramento presentes nesse estudo.



**Figura 2 - Concentração próxima da superfície de CO para o período de abril e maio de 2020 (pandemia) e mesmo período de 2017-2019 (sem pandemia) provenientes do MERRA-2 e a diferença em percentual entre o período com pandemia e sem pandemia**

Observa-se uma diminuição da emissão dos gases poluentes para a atmosfera durante o isolamento social e o bloqueio parcial no Estado de São Paulo. Esta redução também foi observada na China e em vários países da Europa e da Ásia [8]

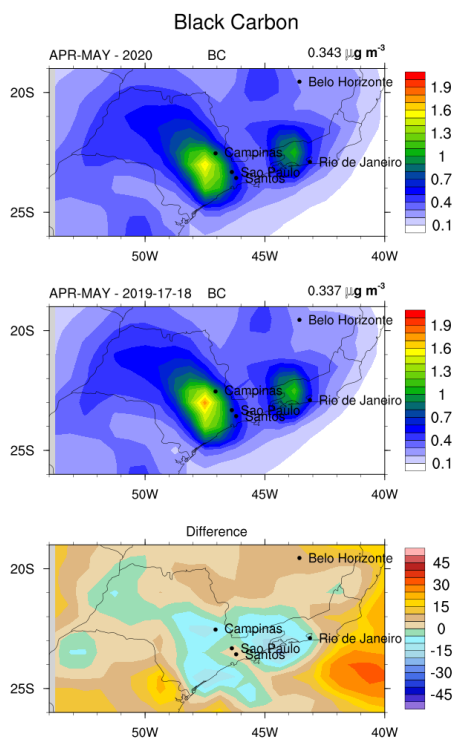
Na Figura 3 são apresentadas as concentrações próximas da superfície de SO<sub>2</sub> provenientes do MERRA-2. As concentrações de SO<sub>2</sub> proveniente do MERRA-2 foram de 5 a 10 % menor sobre as estações de monitoramento estudadas.



**Figura 3 - Concentração próxima da superfície de SO<sub>2</sub> para o período de abril e maio de 2020 (pandemia) e mesmo período de 2017-2019 (sem pandemia) provenientes do MERRA-2 e a diferença em percentual entre o período com pandemia menos o período sem pandemia.**

Percebe-se que as maiores reduções da concentração de SO<sub>2</sub> foi na região metropolitana de São Paulo. As menores reduções ocorreram no interior do estado. Em 2020 as principais fontes de Dióxido de Enxofre em São Paulo foram os processos industriais (84,4%) e os veículos pesados (11,2%) [10] Estudos feitos na cidade de Campinas – SP, também comprovaram a redução na quantidade de emissão de SO<sub>2</sub> e outros poluentes no período de lockdown [9]

Conforme observado na Figura 4 ocorre diminuição de 0-5% da concentração de BC sobre a região metropolitana de São Paulo.



**Figura 4: Concentração próxima da superfície de BC para o período de abril e maio de 2020 (pandemia) e mesmo período de 2017-2019 (sem pandemia) provenientes do MERRA-2 e a diferença em percentual entre o período com pandemia menos o período sem pandemia.**

Apesar das melhorias observadas durante o período de bloqueio parcial das atividades de transporte, industriais e de laser, principalmente na cidade de São Paulo, espera-se um retorno gradual dos níveis de poluição e concentrações pré-pandemia. Para isso, destaca-se a necessidade da continuação de estudos para saber se as mudanças observadas em 2020 foram temporárias.

#### 4. CONCLUSÕES

A partir deste estudo, pode-se concluir que os poluentes primários diretamente associados às emissões veiculares, como CO e NO, diminuíram drasticamente em abril e maio de 2020 (pandemia) comparando com o mesmo período durante 2017 até 2019 (sem pandemia) durante todas as horas do dia. Diferenças estatisticamente significativas entre os períodos com e sem pandemia foram observadas em quase todas as estações analisadas para esses poluentes.

Observando os dados do mapa de poluição para região do estado de São Paulo do poluente NO<sub>2</sub> proveniente do sensor OMI, os poluentes NO<sub>2</sub>, CO, SO<sub>2</sub> e BC das reanálises do MERRA-2, a diminuição para o período da pandemia variou entre 10% até mais de 60% no estado de São Paulo. Claramente, melhorias nas emissões veiculares diretamente

dos escapamentos dos veículos, manutenção e qualidade de todos os tipos de combustíveis são necessárias para diminuir as emissões primárias, que traria resultados positivos diretos na saúde da população.

#### 5. REFERÊNCIAS

- [1] HE, Guojun; PAN, Yuhang; TANAKA, Takanao. The short-term impacts of COVID-19 lockdown on urban air pollution in China. *Nature Sustainability*, v. 3, n. 12, p. 1005-1011, 2020.
- [2] MARCILIO, Izabel; GOUVEIA, Nelson. Quantifying the impact of air pollution on the urban population of Brazil. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 23, p. S529-S536, 2007.
- [3] VENTER, Zander S. et al. COVID-19 lockdowns cause global air pollution declines. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 117, n. 32, p. 18984-18990, 2020.
- [4] ZEGER, Scott L. et al. Mortality in the Medicare population and chronic exposure to fine particulate air pollution in urban centers (2000–2005). *Environmental health perspectives*, v. 116, n. 12, p. 1614-1619, 2008.
- [5] VENTER, Zander S. et al. COVID-19 lockdowns cause global air pollution declines. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 117, n. 32, p. 18984-18990, 2020.
- [6] Chen, S., Yang, J., Yang, W., Wang, C., and Barnighausen, T. (2020). COVID-19 control in China during mass population movements at New Year. *Lancet* 395, 764–766. doi: 10.1016/S0140-6736(20)30421-9
- [7] BRAGA, Alfésio Luís Ferreira; SALDIVA, Paulo Hilário Nascimento. Poluição e saúde. *Jornal Brasileiro de Pneumologia: II congresso de pneumologia e fisiologia do centro-oeste. I jornada de fisioterapia respiratória do centro-oeste*. Cuiabá, 10-16, 2001
- [8] GUENTHER, Mariana; SALES, Letícia Kelly de Souza; ACIOLI, Gabriel Felipe de Souza. Os efeitos do isolamento social durante a pandemia de Covid-19 sobre o meio ambiente. *Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)*, v. 17, n. 3, p. 498-511, 2022.
- [9] DUARTE, Renata Lopes; HENRIQUE, César; ROCHA, Barra. Os efeitos do isolamento social e da pandemia de COVID-19 na qualidade do ar ao redor do mundo. In: *Congresso Latino-americano de Desenvolvimento Sustentável, Anais*. 2021.
- [10] SARRA, Sheila Regina; MÜLFARTH, Roberta Consentino Kronka. Os impactos da Epidemia do novo Coronavírus sobre os níveis de poluentes no município de São Paulo. *Brazilian Journal of Development*, v. 7, n. 4, p. 40415-40438, 2021. Disponível em: <https://brazilianjournals.com/ojs/index.php/BRJD/article/view/28531/22542>