

**Influência da pandemia de COVID-19 na concentração de aerossóis  
observada sobre o território brasileiro**

**Renata Lopes Duarte**

Mestranda em Engenharia Civil pela UFJF, PEC, NAGEA, Brasil.  
renata.duarte@engenharia.ufjf.br

**Marcela Granato Barbosa dos Santos**

Mestranda em Engenharia Agrícola e Ambiental pela UFRRJ, PGEAAmb, Brasil.  
marcelagranato@ufrj.br

**Bruna Thomazinho França**

Mestre em Engenharia Civil - Sanitária e Ambiental, UFV, Brasil.  
brunathomazinho@gmail.com

## RESUMO

Devido ao surgimento de uma nova variante de vírus pertencente à família dos coronavírus, o SARS-CoV-2, ou COVID-19, ainda desconhecida da comunidade científica e com grande poder de contágio e disseminação, diversos países ao redor do mundo foram obrigados a adotar medidas de restrições sociais, como o *lockdown*. Como consequência da redução na circulação de pessoas e transportes, bem como das atividades industriais, foram observadas melhorias na qualidade do ar em diversos países. Assim, com o objetivo de verificar a influência da pandemia na concentração de aerossóis na atmosfera brasileira, este estudo realizou um levantamento bibliográfico sobre o assunto, e gerou mapas mensais de concentração de aerossóis no Brasil, nos anos de 2019 e 2020, para fins comparativos. Como resultado, foi observado que as medidas de restrições adotadas surtiram efeito positivo na qualidade do ar, principalmente nas regiões Sul e Sudeste do país, onde estão localizadas as maiores concentrações populacionais, frotas veiculares e agrupamentos industriais. Em contrapartida, foram observadas maiores índices de aerossóis na Amazônia brasileira, coincidentes com o período e ocorrência de queimadas nessa região, o que pode explicar o fato. A poluição atmosférica, bem como o acúmulo de partículas resultante das queimadas florestais, agrava a ocorrência de problemas respiratórios, podendo levar mais pessoas a serem internadas, comprometendo a capacidade dos sistemas de saúde.

**PALAVRAS-CHAVE:** Poluição do ar. Concentração de aerossóis atmosféricos. Queimadas florestais.

## 1 INTRODUÇÃO

Em dezembro de 2019, na cidade de Wuhan (China), foi detectado o surgimento de um novo vírus da família dos coronavírus, a qual inclui outras síndromes respiratórias, como a Síndrome Respiratória Aguda Grave (SARS-CoV) e a Síndrome Respiratória do Oriente Médio (MERS-CoV). Essa nova variante da doença ficou conhecida como Doença Coronavírus de 2019 (SARS-CoV-2), ou COVID-19. A partir de então, numerosos casos surgiram em diversos outros países do continente asiático, como Tailândia, Japão, Coreia do Sul e Singapura. Rapidamente foram relatados novos casos no continente europeu, que passou a ser o novo epicentro da doença, e demais continentes, levando a Organização Mundial da Saúde a decretar, em 11 de março de 2020, uma pandemia da COVID-19 (AQUINO *et al.*, 2020; LONE & AHMAD, 2020).

Devido à rapidez como se espalhava, aos poucos conhecimentos sobre essa nova variamente e à inexistência de vacinas ou tratamentos cientificamente comprovados para o combate ao novo vírus, diversos países optaram por adotar medidas de distanciamento social, a fim de desacelerar a propagação da doença. Em casos mais graves, alguns deles adotaram o regime de *lockdown*, um bloqueio comunitário no qual autoridades de uma determinada cidade, região ou país, estabelecem medidas mais severas de restrições, como proibição de eventos que gerem aglomeração de pessoas, restrições quanto ao deslocamento e uso de transporte público, bem como redução ou interrupção de atividades comerciais e industriais, se restringindo somente àquelas consideradas essenciais (KUPFERSCHMIDT & COHEN, 2020; WILDER-SMITH & FREEDMAN, 2020).

Dessa forma, foi observada queda de até 90% na mobilidade de pessoas em todas as partes do mundo, sendo o regime de “*home Office*”, ou trabalho de casa, cada vez mais incentivado (MUHAMMAD; LONG; SALMAN, 2020). A Tabela 1 é produto de uma pesquisa sobre os índices de deslocamento populacional em diversas partes do mundo, entre os meses de fevereiro e abril de 2020, quando grande parte dos países implementaram o regime de *lockdown*.

Tabela 1 – Índice de mobilidade em países ao redor do mundo, decorrente da pandemia de COVID-19.

País	Transporte	Mercado e Farmácia	Lazer e Variados	Trabalho	Parques e Passeio	Residencial
Estados Unidos	-54%	-20%	-49%	-40%	-20%	+13%
Espanha	-89%	-77%	-94%	-68%	-90%	+23%
Itália	-86%	-82%	-95%	-62%	-90%	+24%
França	-82%	-62%	-85%	-53%	-73%	+17%
Alemanha	-47%	-13%	-58%	-30%	-61%	+8%
Reino Unido	-70%	-41%	-82%	-54%	-29%	+15%

Fonte: Adaptado de Muhammad; Long; Salman (2020).

A Tabela 1 mostra claramente os efeitos da pandemia nesses países. O transporte de modo geral caiu consideravelmente, principalmente em países da Europa, como Espanha, Itália e França, onde os efeitos da pandemia foram alcançados rapidamente e tomaram proporções catastróficas. Em contrapartida, enquanto os índices de mobilidade foram negativos para todos os países pesquisados, o índice residencial foi o único a apresentar saldo positivo, indicando que no período estudado, mais pessoas permaneceram em casa.

Como consequência, foram observadas em diversas partes do mundo considerável queda nas concentrações de alguns poluentes atmosféricos. Na Europa, as concentrações de NO<sub>2</sub> em 2020 chegaram a cair cerca de 50% em relação ao mesmo período de 2019 (ESA, 2020). Em Wuhan, berço da pandemia, foram observadas reduções de até 30% na concentração de CO<sub>2</sub> atmosférico (NASA, 2020). Nos Estados Unidos, pesquisas apontaram para reduções significativas de CO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> e material particulado (MP<sub>2,5</sub> e MP<sub>10</sub>) durante o período de *lockdown*, quando comparado com o mesmo período de 2019 (ESPEJO *et al.*, 2020; SHAKOOR *et al.*, 2020). Na África, alguns países também relataram melhoria na qualidade do ar, durante esse período (KHOMSI *et al.*, 2020).

No Brasil ocorreram discussões sobre qual a melhor estratégia para o enfrentamento da pandemia: isolamento vertical, aplicado aos doentes ou pessoas que apresentassem características da doença; ou isolamento horizontal (*lockdown*), o qual não faz distinção entre os cidadãos e, portanto, são aplicadas medidas de restrições a todos, com paralisação dos fluxos de deslocamento e atividades não essenciais. Enquanto isso, os casos confirmados e número de óbitos cresciam exponencialmente, levando o país à maior crise sanitária dos últimos tempos (RIBEIRO; CUSTÓDIO; PRAÇA, 2020; WERNECK & CARVALHO, 2020).

Diante desse cenário, o Distrito Federal foi a primeira unidade da federação brasileira a adotar medidas efetivas para o controle da propagação do vírus, em 11 de março de 2020, seguido dos Estados do Rio de Janeiro e São Paulo, cujas capitais estavam entre as mais atingidas do país. Em 23 de março de 2020 as medidas mais restritivas foram aplicadas na maioria dos estados brasileiros, chegando a 25, das 27 unidades federativas (SILVA *et al.*, 2020). Assim como em outros países, no Brasil os efeitos da redução das atividades emissoras de poluentes atmosféricos também refletiram em melhorias na qualidade do ar.

De acordo com a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) foi registrada uma queda expressiva nas concentrações de diversos poluentes atmosféricos durante o período de *lockdown*, merecendo destaque a queda nos índices de CO, que

passaram de 9 ppm para apenas 1 ppm (CETESB, 2020). No Rio de Janeiro, o Instituto Estadual do Ambiente (INEA) avaliou os impactos das medidas contingenciais na qualidade do ar da Região Metropolitana do Rio de Janeiro e observou que, durante o período de quarentena, as concentrações de NO<sub>2</sub> chegaram a cair 80%, quando comparado ao período anterior à adoção das medidas restritivas, em algumas estações de monitoramento (INEA, 2020).

Como pôde ser observado, muitos estudos foram desenvolvidos no Brasil e no mundo, relacionando os efeitos da pandemia e conseqüente restrições impostas, com os efeitos nas concentrações de diversos poluentes, como NO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, CO, SO<sub>2</sub>, material particulado (MP<sub>2,5</sub> e MP<sub>10</sub>) entre outros. Entretanto, outra importante forma de avaliar a poluição resultante dos processos de industrialização, sobretudo automobilística e da construção civil, as quais aumentam consideravelmente as partículas no ar, é através da medição da concentração de aerossóis presentes na atmosfera (DE SOUZA; DA SILVA SANTOS; CALDIN, 2017).

Os aerossóis são partículas sólidas em suspensão ou gotículas dispersas em um gás com dimensões inferiores a 100 µm. Podem ter origem a partir de fontes naturais, como em poeiras de desertos, sal marinho e cinzas de vulcão; ou por fontes antrópicas, como em queima de combustíveis fósseis (carvão e petróleo) em emissões veiculares, na produção de energia ou ainda através da queima de vegetação (biomassa). Os aerossóis contribuem para o resfriamento da superfície da Terra, por causarem o espalhamento e reflexão da luz solar (ALVES, 2005).

## **2 OBJETIVO**

O presente estudo tem como objetivo avaliar os efeitos da pandemia de COVID-19 sobre a concentração de aerossóis presentes na atmosfera brasileira.

## **3 METODOLOGIA / MÉTODO DE ANÁLISE**

A metodologia aplicada neste estudo pode ser dividida em três etapas: análise qualitativa de informações; geração de mapas de contaminação, contendo informações sobre a concentração de aerossóis; análise e interpretação dos dados.

Em um primeiro momento, na análise qualitativa, foram levantadas informações sobre a pandemia de COVID-19, suas causas e principais efeitos na qualidade do ar, em diversas partes do mundo. Para isso, foram utilizados diversos artigos científicos publicados no último ano, bem como dados fornecidos por importantes órgãos, agências internacionais ou institutos de pesquisa conceituados. Em um segundo momento, foram gerados mapas da concentração de aerossóis para os anos de 2019 e 2020, os quais serviram de material para essa pesquisa.

Os mapas de concentração de aerossol foram gerados a partir de imagens do sensor MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) acoplado ao satélite Terra, originalmente conhecido como EOA AM-1, da NASA. Este sensor é o que fornece as melhores estimativas das concentrações de aerossol e gases liberados para a atmosfera (NASA, 2020a). O satélite terra é programado para passar pela linha do equador para o sul na parte da manhã, por volta de 10:30 (NASA, 2020b).

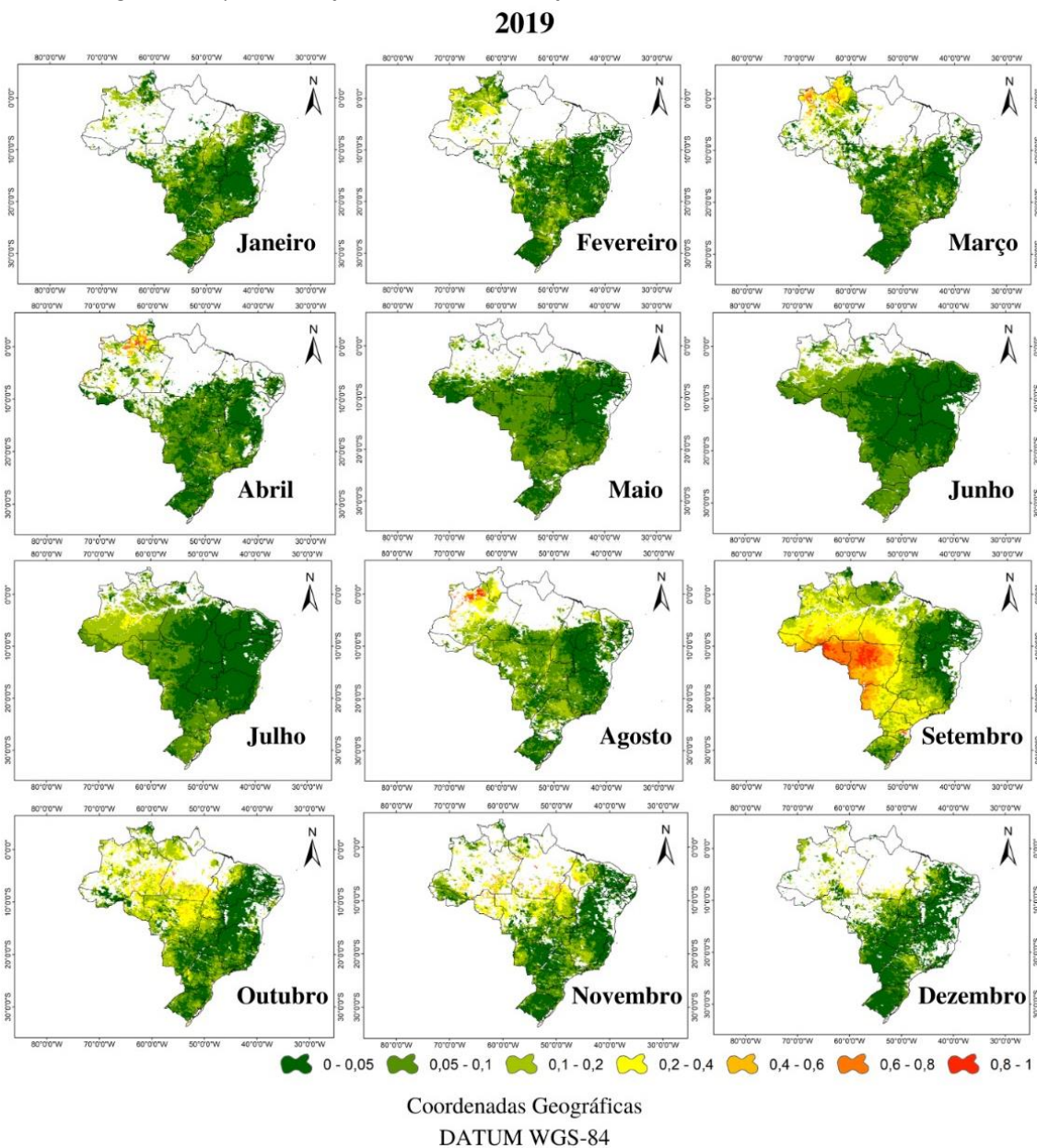
O algoritmo do MODIS usa a refletância espectral para calcular a concentração de aerossol sobre o planeta (NASA, 2020c). Para tal análise foram obtidas as imagens mensais da espessura óptica de aerossol dos anos de 2019 e 2020 e tratadas com o auxílio do software QGIS 3.16.

Finalmente, os mapas foram interpretados e analisados criticamente, comparando os resultados com informações presentes na literatura, dados históricos e principais acontecimentos recentes, a fim de buscar possíveis explicações para tais resultados.

## 4 RESULTADOS

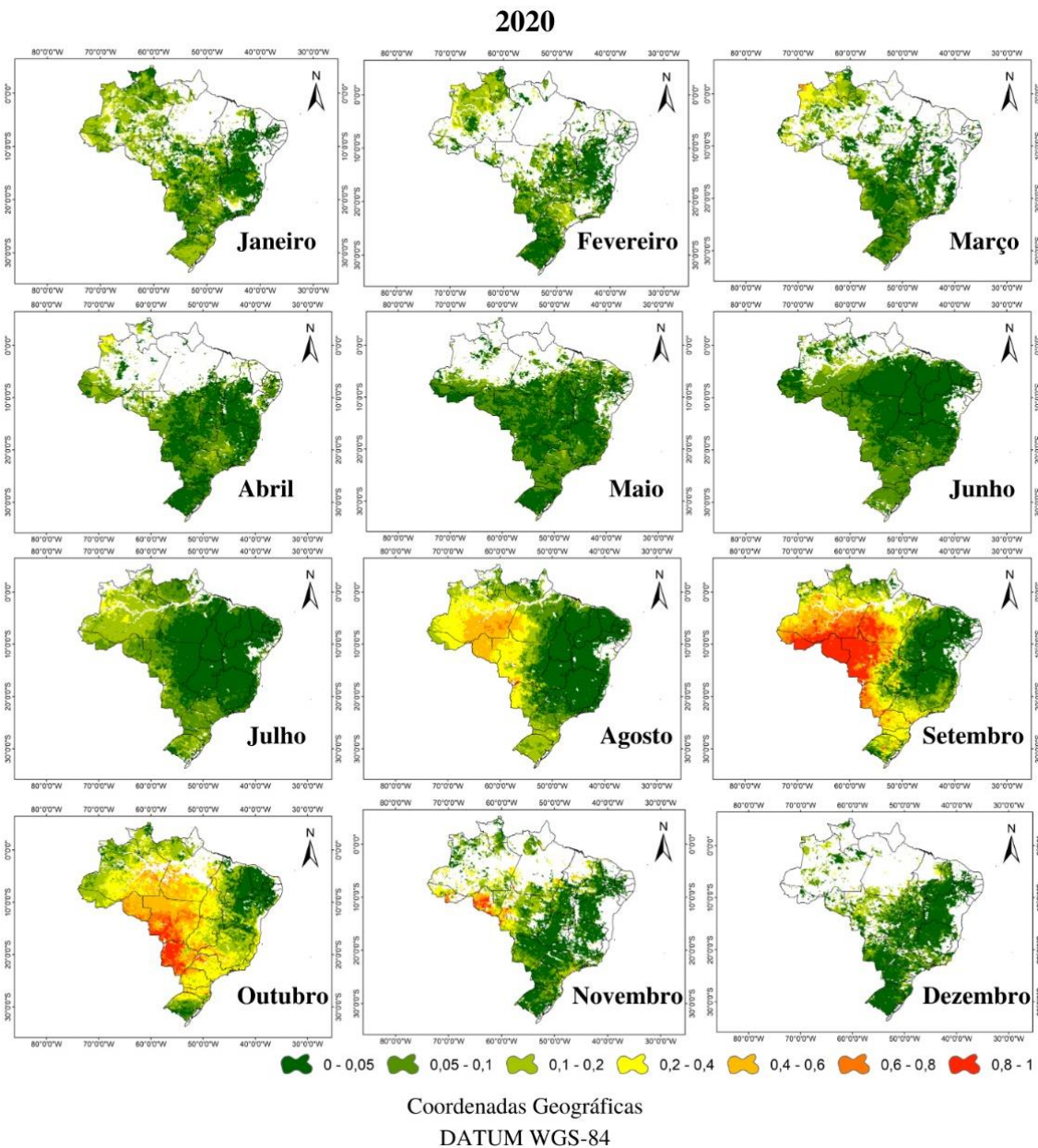
As Figuras 1 e 2 mostram a variação mensal da concentração de aerossóis no Brasil para os anos de 2019 e 2020, respectivamente.

Figura 1 – Mapas da variação mensal da concentração de aerossóis no Brasil, no ano de 2019.



Fonte: Os autores (Gerado a partir de NASA, 2020a).

Figura 2 – Mapas da variação mensal da concentração de aerossóis no Brasil, no ano de 2020.



Fonte: Os autores (Gerado a partir de NASA, 2020a).

A partir das imagens das Figuras 1 e 2 é possível perceber que algumas regiões do mapa estão em branco. Essas regiões representam falhas de dados, ou dados indisponíveis, devido ao sensor não ter sido capaz de realizar as medições. As partes coloridas, que vão de verde escuro (0 – 0,05), passando por verde médio (0,05 – 0,1), verde claro (0,1 – 0,2), amarelo (0,2 – 0,4), alaranjado médio (0,4 – 0,6), alaranjado (0,6 – 0,8) e vermelho (0,8 – 1) representam as concentrações de aerossóis na atmosfera brasileira, num intervalo de 0 a 100%.

Como o processo de concentração industrial no Brasil permitiu que 77,3% das indústrias se instalassem nas regiões Sudeste e Sul do país (SILVA; FILHO, 2017), de acordo

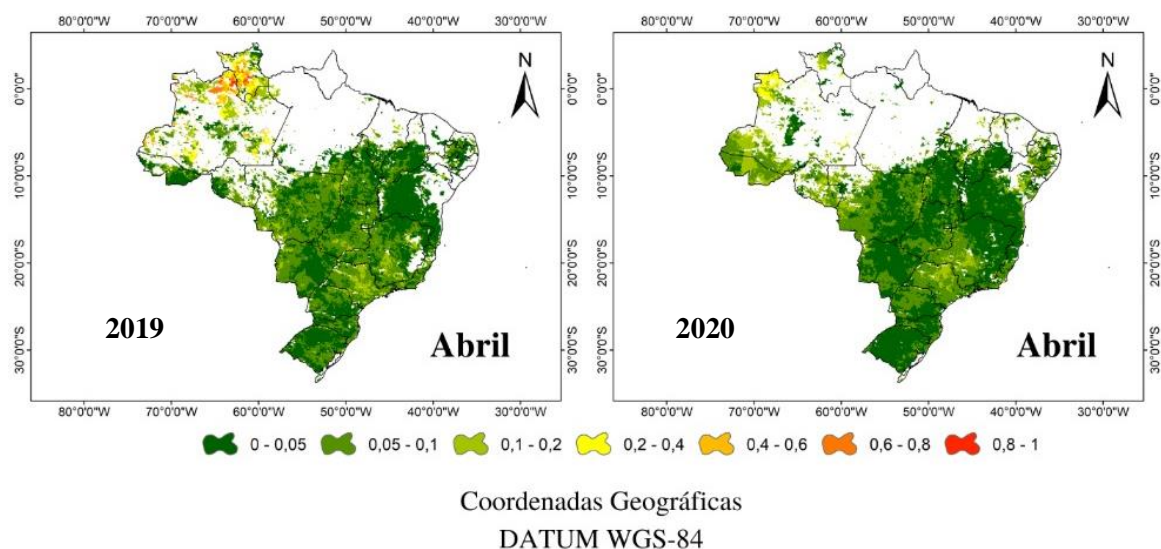
com dados oficiais do último levantamento da Confederação Nacional das Indústrias, essas regiões são responsáveis por contribuir com cerca de 70% do PIB brasileiro e com 74% da fração industrial do indicador (CNI, 2018). Desta forma, a elevada atividade industrial nas duas regiões produz impactos na qualidade do ar, uma vez que, na maioria dos casos, não são adotadas medidas efetivas que visam controlar a poluição atmosférica. Entretanto, com as restrições impostas pela pandemia de COVID-19, muitas atividades foram reduzidas ou até suspensas. Além disso, as empresas têm tido dificuldade em adquirir insumos e matéria-prima, fator que também colabora com o enfraquecimento da produção e prejudica o atendimento das demandas do mercado (CNI, 2021).

A Produtividade Industrial é o índice obtido através da relação entre o volume produzido e o número de horas trabalhadas. Devido à pandemia de COVID-19, o ano de 2020 foi marcado por uma queda da Produtividade Industrial de 0,6% (CNI, 2020). O primeiro semestre de 2020 contou com uma diminuição de 7,1% da Produtividade Industrial, que depois se recuperou até chegar ao patamar médio do ano (CNI, 2020). Esta queda na produtividade pode ser um fator determinante na redução da concentração de aerossóis nas Regiões Sudeste e Sul do Brasil no mês de agosto de 2020, quando comparado ao mesmo período de 2019 (Figuras 1 e 2). Essa informação também pode ser uma evidência da relação direta existente entre o enfraquecimento das atividades industriais durante a pandemia e a melhoria na qualidade do ar (CNI, 2021).

O tráfego veicular é um fator que também contribui com o aumento da concentração de poluentes na atmosfera. Com os decretos de quarentena estabelecidos pelos estados durante a pandemia, a circulação de veículos teve uma queda significativa. O estado de São Paulo apresentou diminuição de até 40% na taxa de mobilidade no período compreendido entre o final de março e abril de 2020 (FREITAS et al., 2020a). Desta forma, a maior parte das estações de monitoramento no estado registrou diminuição da concentração de poluentes atmosféricos (por exemplo, o  $\text{NO}_2$ ) em comparação ao mesmo período de 2019.

FREITAS et al. (2020b) também avaliaram as concentrações de  $\text{CO}$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{PM}_{10}$  e  $\text{PM}_{2,5}$  para o período de quarentena compreendido entre março e abril de 2020 na Região Metropolitana de São Paulo. Os autores encontraram reduções de 25% a 75% na concentração dos poluentes já na primeira semana do confinamento. Essas características podem estar relacionadas com o aparecimento de concentrações mais baixas de aerossóis no mês de abril de 2020, quando comparado a abril do ano anterior, conforme apresentado na Figura 3, através da qual é possível perceber que a mancha verde escura é mais expressiva do que o observado em 2019.

Figura 3 – Comparação entre as concentrações de aerossóis no Brasil no mês de abril de 2019 e 2020, respectivamente.



Fonte: Os autores (Gerado a partir de NASA, 2020a).

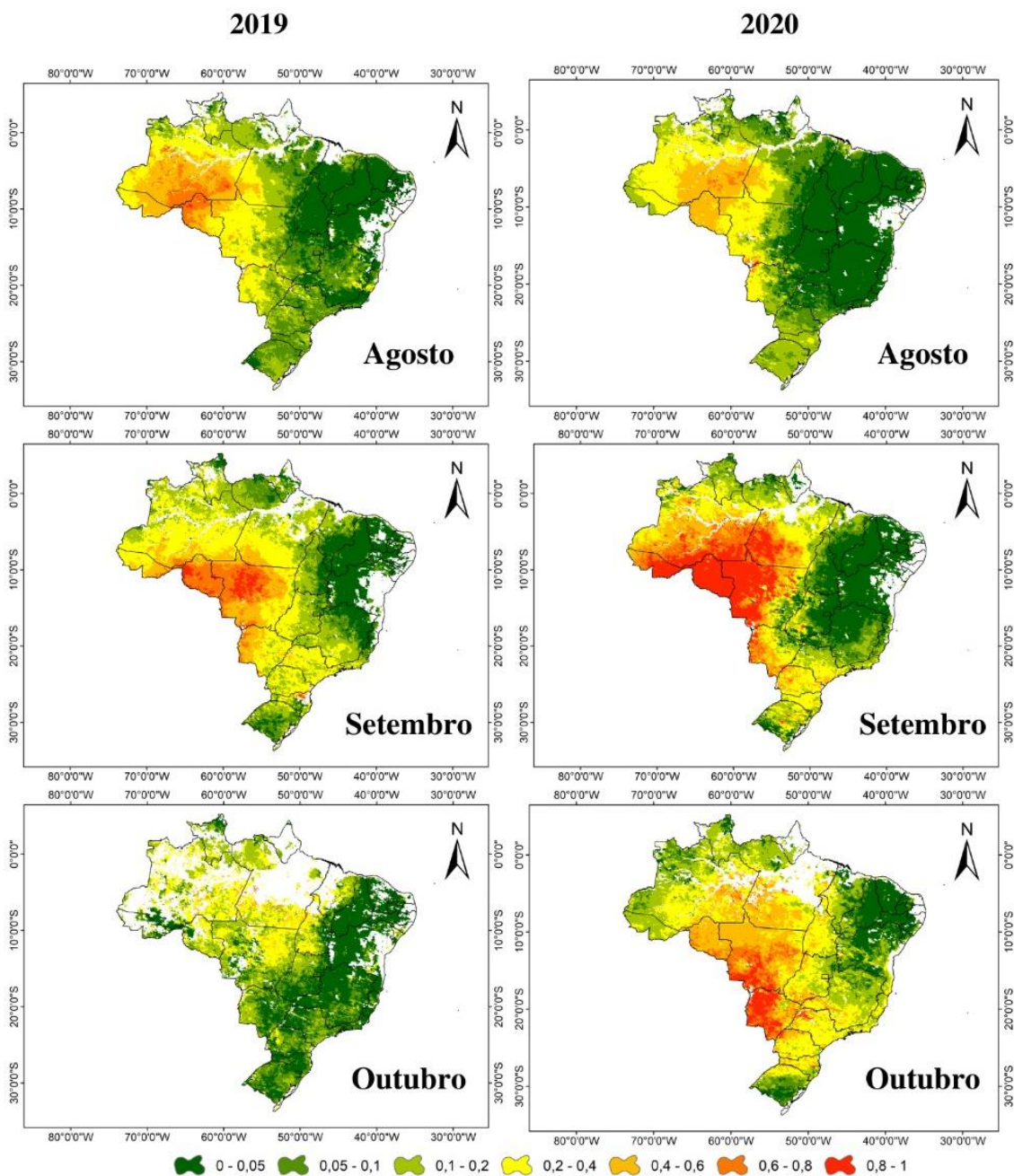
Resultados semelhantes foram encontrados em um estudo conduzido em 367 cidades na China durante o período de confinamento estabelecido pelo governo local (Chen *et al.*, 2020). O objetivo do estudo foi avaliar o impacto da redução do tráfego de veículos com a melhoria na qualidade do ar. Os poluentes  $\text{NO}_2$  e  $\text{PM}_{2,5}$  foram escolhidos para a análise pelo fato de estarem diretamente relacionados à emissão por fontes móveis. Os resultados encontrados mostram que com a prática de medidas de isolamento as concentrações de  $\text{NO}_2$  e  $\text{PM}_{2,5}$  diminuíram em todas as regiões avaliadas, até mesmo nas grandes cidades.

A desaceleração das atividades devido à pandemia de COVID-19 contribuiu para a diminuição da concentração de poluentes atmosféricos, principalmente em grandes centros urbanos. De acordo com a OMS, a poluição do ar é responsável por cerca de 4,6 milhões de mortes por ano decorrentes de complicações causadas por doenças cardiorrespiratórias (DUTHEIL; BAKER; NAVEL, 2020). Portanto, com a diminuição nas emissões de poluentes devido ao confinamento, estão sendo evitadas tanto mortes causadas pela pandemia de COVID-19, como também aquelas causadas por outras doenças decorrentes da exposição a um ar de baixa qualidade.

Outro fato que chama atenção nos mapas gerados é a mancha amarelo-alaranjada e vermelha intensa, na região amazônica brasileira, sobretudo nos Estados de Rondônia e parte do Amazonas, Pará e Mato Grosso, nos meses de agosto, setembro e outubro. Conforme pode ser observado através da Figura 4, houve considerável aumento na concentração de aerossóis no período mais seco, principalmente quando comparamos o pico, observado no mês de setembro de 2020, com o mesmo período do ano anterior. Esse fenômeno justamente coincide com o período característico de maior ocorrência de queimadas na Amazônia brasileira. De acordo com Aragão *et al.* (2020) mais de 80% das queimadas na região são resultado dos processos de desmatamento, a fim de criar áreas agrícolas para plantio e criação de gado. Essas áreas utilizam, normalmente, o fogo como ferramenta de manejo e limpeza de espaços recém desmatados.



Figura 4 - Comparação entre as concentrações de aerossóis no Brasil nos meses de agosto, setembro e outubro de 2019 e 2020, respectivamente.



Coordenadas Geográficas

DATUM WGS-84

Fonte: Os autores (Gerado a partir de NASA, 2020a).

Como é possível observar, através da Figura 4, a concentração de aerossóis vai se deslocando, ao longo dos meses, para a parte mais ao sul do mapa. Esse fenômeno pode ser explicado através dos processos de circulação atmosférica. A dispersão de poluentes tem grande influência das condições meteorológicas, principalmente da circulação atmosférica. A atmosfera terrestre é dinâmica e, com isso, o ar pode ser deslocado, tanto verticalmente como horizontalmente, de acordo com princípios e mecanismos físicos. Esses processos de

movimentação de massas, associados aos centros de pressão, carregam a poluição atmosférica sobre os continentes e oceanos (GONZAGA & FREITAS, 2020). Em centros de alta pressão, ou anticiclones, a atmosfera apresenta grande estabilidade e pouca mistura vertical, logo não auxiliam na dispersão e permitem o acúmulo de poluentes no local. Já os sistemas de baixa pressão, ou ciclônicos, promovem a instabilidade das massas de ar e grandes turbulências, facilitando a dispersão dos poluentes (DAMILANO & JORGE, 2006). Segundo o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), em outubro de 2020 o continente se manteve em baixa pressão, com instabilidade de massa, facilitando a dispersão atmosférica (INPE, 2020), o que pode explicar o clareamento da mancha de poluentes de setembro para outubro de 2020.

Dessa forma, a área atingida por essa “cortina de partículas de aerossóis”, pode sofrer com alterações no regime de chuvas, já que essas partículas são capazes de influenciar os processos de formação de nuvens (GABARDO; SARZEDAS; SILVA, 2020). Além disso, o aumento das queimadas eleva a poluição do ar e, estatisticamente, o número de internações no SUS de pessoas com problemas respiratórios. Segundo Santiago e Lopes (2021) dentre os principais impactos relacionados à saúde humana, decorrentes de processos de queimadas florestais, estão o surgimento ou agravamento de doenças respiratórias e cardiovasculares, além da mortalidade em pessoas idosas, com idade superior a 65 anos. Esse cenário se torna ainda mais preocupante, uma vez que esses grupos de pessoas são considerados de risco para a COVID-19. Ou seja, são mais suscetíveis a sofrer as consequências mais graves, caso contraíam o vírus.

Dessa forma, a preocupação com as queimadas, principalmente nessa crise sanitária instaurada pela pandemia do novo coronavírus, deveria ser ainda maior que a observada em anos anteriores. Medidas mais rigorosas de restrição deveriam estar sendo tomadas, a fim de contornar a ocorrência desses casos, possibilitando os sistemas de saúde a aplicar maiores esforços no tratamento de doentes do novo coronavírus. Nos Estados Unidos, por exemplo, onde o fogo é tradicionalmente utilizado para gerenciar as florestas de pinheiros, muitos programas de queimadas foram interrompidos, como medidas de saúde pública, de controle da disseminação do vírus e a fim de minimizar a exposição da população à fumaça (NASA, 2020d).

## **5 CONCLUSÃO**

As políticas de restrições aplicadas à população brasileira, como medidas para conter a disseminação do novo coronavírus, influenciaram positivamente na qualidade do ar, principalmente nas regiões Sul e Sudeste do país, onde são observadas maiores concentrações populacionais, bem como tráfego mais intenso de veículos e maior agrupamento de indústrias. Em contrapartida, no ano de 2020 foram observados maiores casos de queimadas na região da Amazônia brasileira, o que fez com que os níveis de partículas de aerossóis atmosféricos fossem os mais elevados observados nos últimos anos, principalmente quando comparados com o mesmo período do ano de 2019.

A poluição atmosférica, bem como a questão das queimadas na região amazônica, devem receber especial atenção dos governantes, uma vez que agravam ocorrência de casos de doenças respiratórias e cardíacas, principalmente em pessoas do grupo de risco da COVID-19. O controle dessas ocorrências, através de políticas públicas ambientais eficientes, colabora para a redução dos casos de internação por essas enfermidades, fazendo com que o sistema

de saúde brasileiro fique apto a receber e tratar os casos mais graves de doentes do novo coronavírus.

## 6 REFERÊNCIAS

AQUINO, Estela ML et al. **Medidas de distanciamento social no controle da pandemia de COVID-19: potenciais impactos e desafios no Brasil**. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 25, p. 2423-2446, 2020.

ARAGÃO, L. E. O. C.; SILVA JUNIOR, C. H. L.; ANDERSON, L. O. **O desafio do Brasil para conter o desmatamento e as queimadas na Amazônia durante a pandemia por COVID-19 em 2020: implicações ambientais, sociais e sua governança**. São José dos Campos, 2020.

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Boletim da Qualidade do ar**. São Paulo: CETESB, 2020. Disponível em: <https://servicos.cetesb.sp.gov.br/qa/>. Acesso em: 01 abr. 2021.

CHEN, K.; WANG, M.; HUANG, C.; KINNEY, P. L.; ANASTAS, P. T. **Air pollution reduction and mortality benefit during the COVID-19 outbreak in China**. *The Lancet Planetary Health*, v. 4, n. 6, 2020.

CNI, CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Produtividade na Indústria, Indicadores Econômicos** CNI, v. 4, n. 4, out/dez. 2020. Disponível em: <http://www.portaldaindustria.com.br/estatisticas/produtividade-na-industria/>. Acesso em: 01 abr. 2020.

CNI, CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Ranking dos Estados, 2018**. Disponível em: <https://perfilindustria.portaldaindustria.com.br/ranking?cat=10&id=2806>. Acesso em: 01 abr. 2020.

CNI, CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Sondagem Industrial, Indicadores Econômicos** CNI, v. 24, n. 2, fev. 2021. Disponível em: <http://www.portaldaindustria.com.br/estatisticas/sondagem-industrial/>. Acesso em: 01 abr. 2020.

CNI, CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Sondagem Industrial, Indicadores Econômicos** CNI, v. 24, n. 2, fev. 2021.

DAMILANO, D. C. R., & JORGE, M. P. P. M. **Estudo da influência da poluição atmosférica e das condições meteorológicas na saúde em São José dos Campos**. Relatório final de projeto de iniciação científica (PIBIC/CNPQ/INPE), 2006.

DE SOUZA, Amaury; DA SILVA SANTOS, Débora Aparecida; CALDIN, Lariane Priscila Gonçalves. **Poluição atmosférica urbana a partir de dados de aerossóis MODIS: Efeito dos parâmetros meteorológicos**. *Boletim Goiano de Geografia*, v. 37, n. 3, p. 466-483, 2017.

DUTHEIL, F.; BAKER, J. S.; NAVEL, V. **COVID-19 as a fator influencing air pollution? Environmental Pollution**, 2020. (doi:10.1016/j.envpol.2020.114466).

ESA - *European Space Agency*. 2020. Disponível em: [https://www.esa.int/Applications/Observing\\_the\\_Earth/Copernicus/Sentinel-5P/Air\\_pollution\\_remains\\_low\\_as\\_Europeans\\_stay\\_at\\_home](https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Copernicus/Sentinel-5P/Air_pollution_remains_low_as_Europeans_stay_at_home). Acesso em 01 abr. 2021.

ESPEJO, Winfred et al. **Environment and COVID-19: Pollutants, impacts, dissemination, management and recommendations for facing future epidemic threats**. *Science of The Total Environment*, v. 747, p. 141314, 2020.

FREITAS, E. D.; ANDRADE, M. F.; IBARRA-ESPINOSA, S.; GAVIDIA-CANDERÓN, M. E. **Redução nas concentrações de poluentes durante o surto de COVID-19 na cidade de São Paulo**. In: JACOBI, P. R.; TRAVASSOS, L.; CAMPOS, A. C. A. (org.) *Diálogos Socioambientais na Macrometrópole – Dossiê Covid-19*, v. esp, n. 5, mai. 2020a.

FREITAS, E. D.; IBARRA-ESPINOSA, S. A.; GAVIDIA-CALDERÓN, M. E.; REHBEIN, A.; ABOU RAFEE, S. A.; MARTINS, J. A.; MARTINS, L. D.; SANTOS, U. P.; NING, M. F.; ANDRADE, M. F.; TRINDADE, R. I. F. **Mobility Restrictions and Air Quality under COVID-19 Pandemic in São Paulo, Brazil**. Preprints 2020b.

GABARDO, Gislaine; SARZEDAS, Carolina Galvão; DA SILVA, Henrique Luis. **Queimadas na Amazônia brasileira: Brasil em chamas.** Disponível em: <https://downloads.editoracientifica.org/articles/200800872.pdf>. Acesso em 01 abr. 2021.

GONZAGA, Amanda Coura; FREITAS, Ana Carolina Vasques. **Análise da relação entre condições meteorológicas, poluição atmosférica e infecções respiratórias virais: o caso COVID-19.** Research, Society and Development, v. 9, n. 8, p. e591985942-e591985942, 2020.

INEA – Instituto Estadual do Ambiente. **Nota Técnica NT\_21\_2020\_GEAR – Complementa a análise da qualidade do Ar na Região Metropolitana durante o período de isolamento social.** – emitida em 17.04.2020, 2020. Disponível em: <http://www.inea.rj.gov.br/ar-agua-e-solo/monitoramento-da-qualidade-do-ar-e-meteorologia/>. Acesso em 01 abr. 2021.

INPE - INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Sínteses Sinóticas Mensal.** 2020. Disponível em: <https://www.cptec.inpe.br/noticias/faces/noticias.jsp?idConsulta=&idQuadros=109>. Acesso em 01 abr. 2021.

KHOMSI, Kenza et al. COVID-19 national lockdown in Morocco: impacts on air quality and public health. One Health, v. 11, p. 100200, 2020.

KUPFERSCHMIDT, Kai; COHEN, Jon. **Can China's COVID-19 strategy work elsewhere?** Science, 367(6482):1061-1062, 2020.

LONE, Shabir Ahmad; AHMAD, Aijaz. **COVID-19 pandemic—an African perspective.** Emerging microbes & infections, v. 9, n. 1, p. 1300-1308, 2020.

MUHAMMAD, Sulaman; LONG, Xingle; SALMAN, Muhammad. **COVID-19 pandemic and environmental pollution: A blessing in disguise?** Science of the total environment, v. 728, p. 138820, 2020.

NASA - *National Aeronautics and Space Administration*. 2020. Disponível em: <https://earthobservatory.nasa.gov/images/146362/airborne-nitrogen-dioxide-plummets-over-china>. Acesso em 30 mar. 2021.

NASA - *National Aeronautics and Space Administration*. 2020a. Disponível em: <https://terra.nasa.gov/about/terra-instruments/modis>. Acesso em 31 mar. 2021.

NASA - *National Aeronautics and Space Administration*. 2020b. Disponível em: <https://modis.gsfc.nasa.gov/about/>. Acesso em 31 mar. 2021.

NASA - *National Aeronautics and Space Administration*. 2020c. Disponível em: [https://eosps.nasa.gov/sites/default/files/atbd/atbd\\_mod02.pdf](https://eosps.nasa.gov/sites/default/files/atbd/atbd_mod02.pdf). Acesso em 31 mar. 2021.

NASA - *National Aeronautics and Space Administration*. 2020d. Disponível em: <https://earthobservatory.nasa.gov/images/146714/satellites-show-a-decline-in-fire-in-the-us-southeast>. Acesso em 31 mar. 2021.

RIBEIRO, José Claudio Junqueira; CUSTÓDIO, Maraluce Maria; PRAÇA, Diego Henrique Pereira. **COVID-19: REFLEXÕES SOBRE SEUS IMPACTOS NA QUALIDADE DO AR E NAS MODIFICAÇÕES CLIMÁTICAS.** Veredas do Direito: Direito Ambiental e Desenvolvimento Sustentável, v. 17, n. 39, 2020.

SANTIAGO, Luana de Araújo Nogueira; LOPES, Rogério Santiago. **Impactos na saúde humana devido à emissão de aerossóis causada por queimadas.** Brazilian Journal of Development, v. 7, n. 1, p. 9069-9075, 2021.

SHAKOOR, Awais et al. **Fluctuations in environmental pollutants and air quality during the lockdown in the USA and China: two sides of COVID-19 pandemic.** Air Quality, Atmosphere & Health, v. 13, n. 11, p. 1335-1342, 2020.

SILVA, J. C. M.; SILVA FILHO, L. A. **Panorama da Indústria nas Macrorregiões Brasileiras: Análise a Partir de Medidas Regionais e de Localização.** Revista portuguesa de estudos regionais, n. 45, p. 27-47, 2017.

SILVA, C. M. et al. **A pandemia de COVID-19: vivendo no Antropoceno.** Revista Virtual de Química, p. 1-16, 2020.

WERNECK, Guilherme Loureiro; CARVALHO, Marília Sá. **The COVID-19 pandemic in Brazil: chronicle of a health crisis foretold.** SciELO Public Health, 2020.

WILDER-SMITH, Annelies; FREEDMAN, David O. **Isolation, quarantine, social distancing and community containment: pivotal role for old-style public health measures in the novel coronavirus (2019-nCoV) outbreak.** Journal of travel medicine, 2020.