

VARIAÇÕES GLOBAIS NOS NÍVEIS DE NO₂ DURANTE A PANDEMIA DO COVID-19 (CORONAVIRUS): UMA BREVE DISCUSSÃO SOBRE GEOLOGIA E ANTROPOCENO

D. G. SPERANDIO¹, C. H. GOMES²

Universidade Federal de Minas Gerais¹, Universidade Federal do Pampa²

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5791-7379>¹

dsperandio@ufmg.br¹

Submetido 14/03/2020 - Aceito 11/08/2020

DOI: 10.15628/holos.2020.10546

RESUMO

Neste texto, apresenta-se uma breve e sucinta discussão acerca dos efeitos causados pela pandemia global COVID-19 no meio ambiente, seja na escala local e no contexto antropogênico. O vírus denominado SARS-CoV-2 foi descoberto em dezembro de 2019 na província de Wuhan na República Popular da China. Dados compreendendo o período de 4 a 25 de março, apresentados nesta comunicação, indicam que houve drástica redução dos níveis de NO₂ emitidos durante o período de isolamento social em todo o globo terrestre. Em Roma (Itália), as concentrações médias de NO₂ entre

4 e 25 de março de 2020 estiveram entre 26 e 35% menores do que no mesmo período no ano anterior (2019). Dados para o Distrito Industrial de Santa Cruz, cidade do Rio de Janeiro, mostram uma redução de 80% de NO₂ para o período de 14-22/3, quando comparado à semana anterior. Além disso, comentamos as consequências deste isolamento social na diminuição dos níveis de NO₂ em nível global. Assim, discute-se o grau de influência das ações antrópicas na escala planetária, onde em maior ou menor grau, as ações humanas serão refletidas no ambiente.

PALAVRAS-CHAVE: SARS-CoV-2, Poluição Atmosférica, NO₂, Tempo Geológico, Antropoceno.

GLOBAL VARIATIONS IN NO₂ LEVELS DURING THE COVID-19 (CORONAVIRUS) PANDEMIC: A ESSAY ABOUT GEOLOGY AND ANTHROPOCENE

ABSTRACT

This paper presents a discussion about the effects of the global pandemic caused by SARS-CoV-2 on the environment in the anthropogenic context. SARS-CoV-2 was discovered in December 2019 in Wuhan, province of China. Data presented in this study indicate that there were drastic reductions in the levels of NO₂ emitted during the period of social isolation across the globe. In Rome (Italy), the average concentrations of NO₂ between 4-25 march 2020 were between 26 and 35% lower than in the same period in the previous year (2019). Data for

the Industrial District of Santa Cruz, city of Rio de Janeiro, show an 80% reduction in NO₂ for the period 14-22/3, when compared to the previous week. In this article we study the consequences of this social isolation on the decrease of NO₂ levels and globally. Thus, it discusses the degree of influence of anthropic actions in the context of the geological time scale, where to a greater or lesser extent, human actions will be reflected directly in the environment.

KEYWORDS: SARS-CoV-2, Atmospheric pollution, NO₂, Geologic Time, Anthropocene.

1 APRESENTAÇÃO

Desde o avanço da epidemia Covid-19, causada pelo SARS-CoV-2 – o Novo Coronavírus, em todos os continentes habitados, a comunidade científica internacional tem empreendido inúmeros esforços para a compreensão deste cenário que fora posto à humanidade no século XXI. A doença foi identificada pela primeira vez na espécie humana em 31 dezembro de 2019 na província de Wuhan (República Popular da China). Três meses depois da primeira identificação do SARS-CoV-2 (Figura 1), uma pandemia global instalou-se. Em 21 de junho de 2020, registraram-se aproximadamente 9 milhões de casos confirmados e 470 mil mortes pela doença em todo o mundo (JOHNS HOPKINS UNIVERSITY, 2020). Segundo dados da Organização Mundial da Saúde (OMS), foram necessários 67 dias para que o mundo atingisse 100 mil casos da doença. No entanto, em apenas 11 dias, o número dobrou. Chegando a 200 mil casos, quatro dias após, registraram-se 300 mil casos e, dois dias depois, foram anotados 400 mil casos da doença.

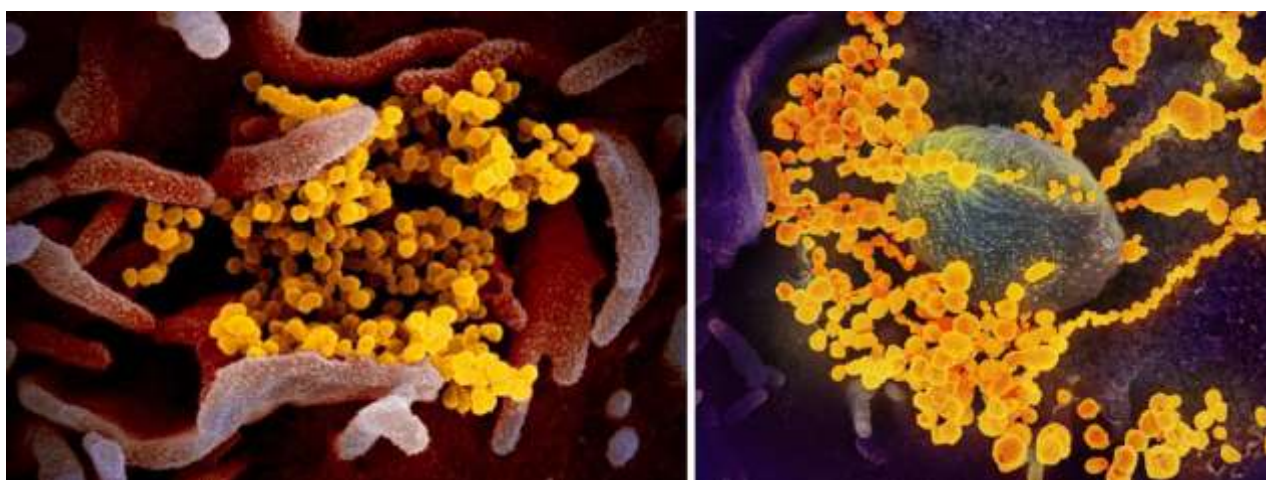


Figura 1: SARS-CoV-2 (em amarelo) em células humanas. Imagem ao Microscópio Eletrônico de Varredura coloridas digitalmente. Fonte: NIAID (USA), 2020.

Ao longo desse período de exponencial avanço do Covid-19 pelo globo alguns chefes de estado, e a própria OMS, decretaram medidas de emergência no sentido de empreender esforços no combate à propagação da pandemia. A principal medida de combate à o SARS-CoV-2, e que fora adotada largamente em nos países mais atingidos, foi o distanciamento ou isolamento social. Um levantamento realizado pela France Presse (AFP) em 25 de março estimou que um terço da população mundial estava com algum tipo de restrição de circulação. Esse estudo também sugeriu que 2,8 bilhões de pessoas ao longo do globo estavam em isolamento ou com restrições de circulação para conter o avanço do vírus (AFP, 2020).

A República Popular da China, adotou medidas de isolamento (regional) em 22 de janeiro, fechando escolas, serviços não essenciais e as fronteiras. A Itália, com mais de 230.000 casos da doença e mais de 34.000 mortes, adotou medidas restritivas de isolamento social – de caráter nacional, também fechando escolas, fronteiras e serviços não essenciais. A Índia, em 24 de março, colocou 1,3 bilhão de pessoas em quarentena durante 21 dias. Outros países como Reino Unido,

Chile, França, Espanha, Argentina, Peru somaram-se àqueles que já haviam adotado medidas de isolamento de caráter nacional.

Essas medidas de isolamento implicaram na paralisação de tráfego, diminuição da produção em fábricas, diminuição na demanda de energia, tornou-se perceptível a influência da atividade humana – ainda que em pequeno grau, na dinâmica do Planeta Terra. Há muito se discute-se a forma como os seres humanos influenciam o Sistema Clima e seus sub-sistemas – como biosfera, hidrosfera e atmosfera, além da própria antroposfera. Paul Crutzen (2012), químico holandês e ganhador do Prêmio Nobel de Química em 1995, propôs o conceito de Antropoceno – abrindo a discussão sobre a forma com que a atividade humana, segundo ele, vem mudando a composição química da atmosfera.

Muitos trabalhos da comunidade científica têm esclarecido que o lançamento de gases poluentes e de efeito estufa durante a queima de combustíveis fósseis – seja em veículos automotores, na indústria, ou seja por meio de outras formas, contribui para a alteração da composição química da atmosfera. Alargando um pouco mais essa discussão, vários pesquisadores também vêm questionando sobre as alterações do meio físico do planeta. As grandes construções de aço e concreto são capazes de influenciar na história geológica do planeta? As grandes barragens de água construídas ao longo de todo o mundo, todas as redes hidrográficas que foram canalizadas nas grandes cidades, todas as mega-construções de aço e concreto já erguidas podem de permanecerem registradas no tempo geológico? Essas mudanças permanecerão impressas nos estratos geológicos daqui a 500 milhões de anos? Qual é a magnitude da atividade humana no planeta Terra frente à escala de tempo geológico?

Desta maneira, dada a proporção e magnitude com que a pandemia global do Covid-19 impactou as atividades humanas - paralisando grandes fontes de emissão de poluentes, abre-se nova frente de evidências sobre a influência da atividade antrópica no meio ambiente. Ao longo dos anos diversos cientistas empreenderam esforços para a compreensão desta intrínseca relação Homem-Sociedade-Planeta Terra (ARTAXO, 2014; MATLESS, 2016; 2017; ARIAS-MALDONADO, 2015; GOMES, 2018^a; 2018^b; 2019; 2020; STEFFEN, W.; CRUTZEN, P.J.; MCNEILL, J.R, 2007; SPERANDIO, 2020).

Neste âmbito, tange apresentar alguns os efeitos do isolamento social do Covid-19 na variação dos níveis de NO₂ na atmosfera a nível global e o Antropoceno.

2 VARIAÇÕES DOS TEORES DE NO₂ ATMOSFÉRICOS DURANTE OS PERÍODOS DE ISOLAMENTO SOCIAL: ALGUNS CASOS.

Conforme já comentado, há muito se discute sobre qual é o real impacto das ações humanas na dinâmica dos sistemas superficiais do planeta Terra. Gibney (2020) Em uma publicação na Revista Nature, faz destaque à diminuição dos ruídos sísmicos da crosta terrestre – ainda que fraca e rasa e em nível local, cujo sismógrafo estava próximo a grandes metrópoles em função do isolamento social causado pela pandemia do SARS-CoV-2. Castelvechi (2020); Witze (2020), ambos em publicações na mesma revista, comunicam como os efeitos provocados pelas medidas de combate ao Coronavírus tem afetado importantes experiências de pesquisadores da física. Neste trabalho, discutimos alguns casos a respeito destas novas dinâmicas nas relações Sociedade-

Natureza que se manifestaram no transcurso das medidas para fazer frente ao avanço da pandemia global do Covid-19.

2.1 A influência das medidas de isolamento social na Redução dos Níveis de Dióxido de Nitrogênio (NO₂) na Atmosfera em Nível Global

Um dos primeiros efeitos, e com diretas relações, derivados do isolamento social para fazer frente ao Covid-19, foi a diminuição dos níveis de NO₂ atmosférico em nível global. Diversos estudos até o momento indicam que medidas como o fechamento de aeroportos e consequente cancelamento de voos, o fechamento de fronteiras nacionais e estaduais, uma pausa no setor industrial e produtivo de diversas localidades ao redor do globo e, sobretudo, a drástica diminuição na circulação de veículos automotores em megalópoles, contribuíram para uma diminuição na emissão de poluentes atmosféricos e consequente melhoria nos níveis de qualidade do ar.

A primeira queda dos níveis de NO₂ atmosféricos causada pelas medidas de isolamento social foi na província de Wuhan (China) e espalhada gradualmente por toda a região nordeste – em torno de megalópoles como Pequim. Satélites da National Aeronautics and Space Administration (NASA) e da European Space Agency (ESA) foram capazes de indicar e registraram a queda do nível de NO₂ troposférico (Figura 2).

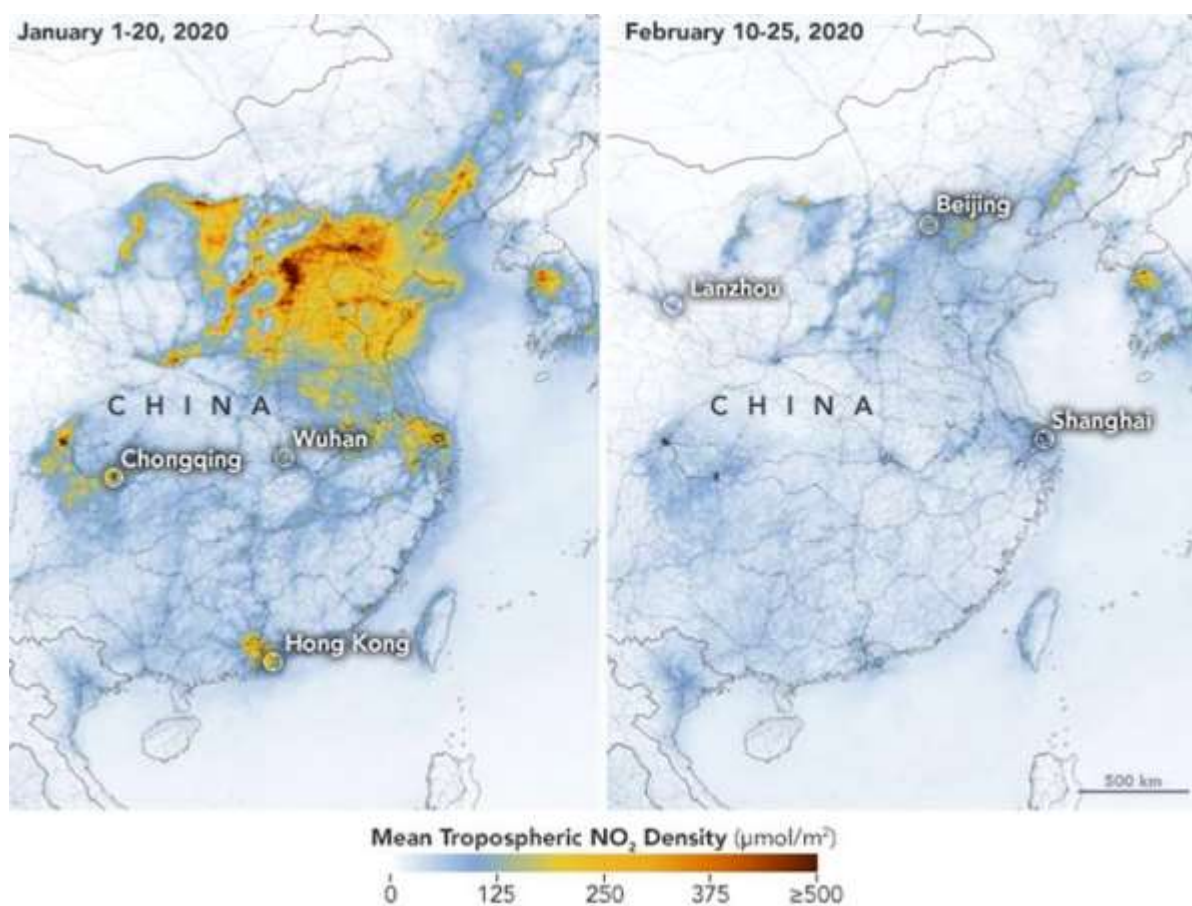


Figura 2: Mapa de concentração de NO₂ troposférico para os períodos 1-20 de janeiro de 2020 e 10-25 de fevereiro de 2020 na China. Fonte: NASA/BBC, 2020.

Embora, tradicionalmente, haja uma diminuição das emissões de NO₂ em todo o início de ano, está claro que esta diminuição está intrinsecamente relacionada às medidas restritivas adotadas pela China e, naturalmente, aliada à desaceleração do setor produtivo e queda na utilização de veículos automotores no transporte público. No Brasil, o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) anunciou a redução dos níveis de monóxido de carbono (CO) e dióxido de nitrogênio (NO₂) na metade leste do estado de São Paulo (Figura 3), em especial na região metropolitana.

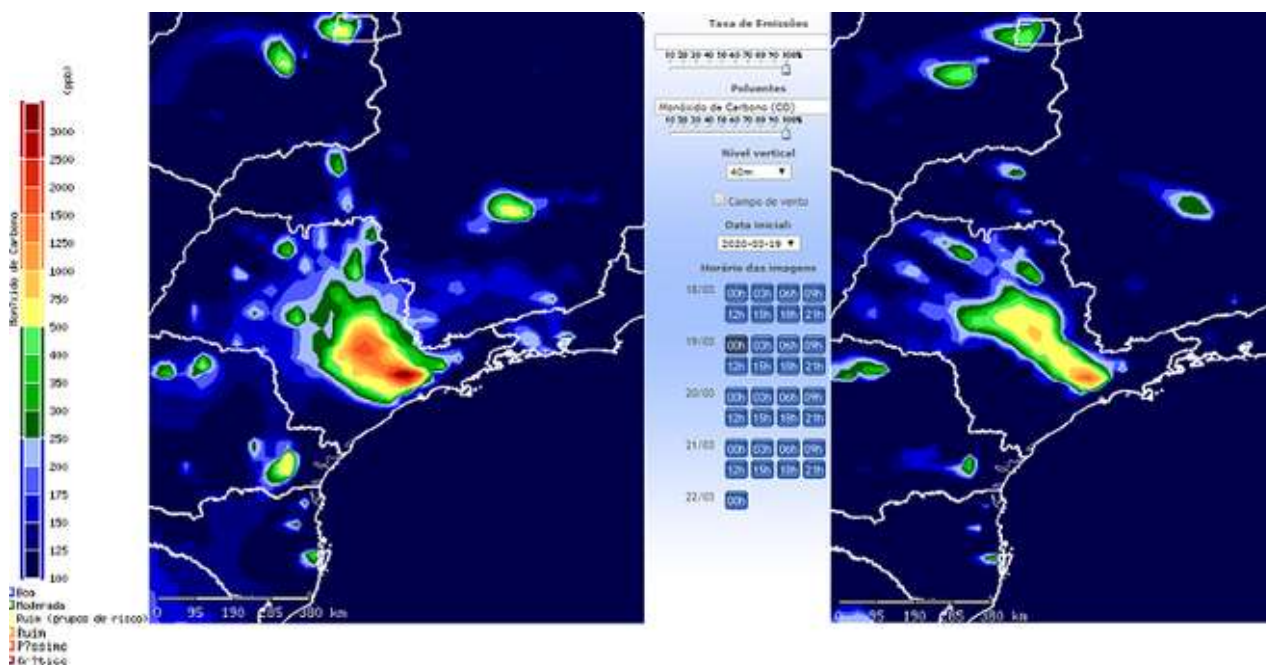


Figura 3: Mapa de concentração de NO₂ troposférico em 19 de março de 2020 (à esquerda) e 25 de março de 2020 (à direita) no estado de São Paulo. Fonte: INPE, 2020.

Na cidade de Rio de Janeiro, segundo dados publicados pelo Instituto Estadual do Ambiente (INEA), os índices de NO₂ na atmosfera foram reduzidos. Conforme:

[...]Na estação de monitoramento da qualidade do ar localizada em área de abrangência do Distrito Industrial de Santa Cruz, na zona oeste da cidade, os resultados mostram uma redução de 80% na concentração local de NO₂ entre 14 e 22/3, e de 77% entre 23 e 25 do mesmo mês, se comparado ao período: Subscrito período de 6 a 13 de março. No ponto de monitoramento situado em área de influência urbana do município de Itaguaí, essa diferença ficou entre 12% e 10%; e na estação de Jardim Primavera, em Duque de Caxias, os resultados indicam uma queda de 45% de NO₂ na atmosfera entre 23 e 25 de março, em relação ao período anterior às ações de distanciamento social. (INEA, 2020)

Dados para a capital do Paraná, Curitiba, foram produzidos pelo Instituto Água e Terra do Paraná (IAT) – órgão governamental. Para o IAT, as emissões de CO e NO₂ apresentaram uma diminuição drástica. Os dados mostram que, no período que antecedeu a adoção das medidas de isolamento (15 a 20 de março de 2020), a média de concentração de NO₂ era de 14,31ppb, e a média de CO era de 0,49ppm. Após a publicação do decreto estadual para isolamento (entre 21 a

26 de março de 2020), os índices foram reduzidos a taxas menores que a metade para o CO (0,22ppm) e os índices de NO₂ caíram para 8,61 ppb.

Dados divulgados pela ESA, para a Europa, indicam igualmente diminuições dos níveis de NO₂ em todo o território europeu no período de isolamento social. Estes dados são mostrados nas Figura 4 (Itália), Figura 5 (França) e Figura 6 (Território da Espanha). Segundo a ESA, essas imagens foram obtidas a partir de dados do satélite Copernicus Sentinel-5P, e indicam as concentrações médias de NO₂ de 14 a 25 de março de 2020, em comparação com as concentrações médias mensais do ano anterior (2019).

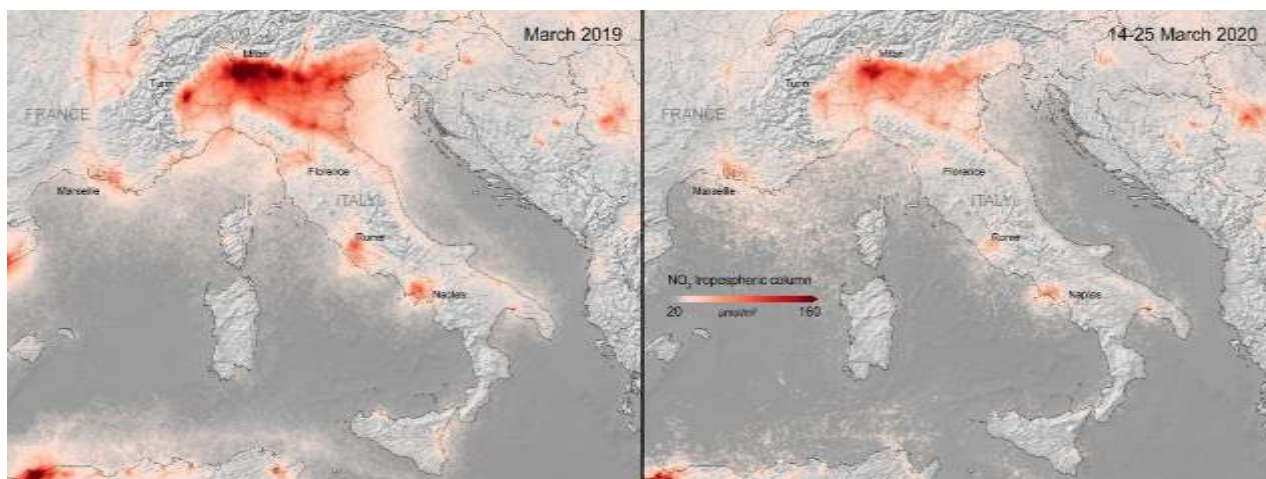


Figura 4: Mapa de concentração de NO₂ troposférico em março de 2019 (à esquerda) e 14-25 de março de 2020 (à direita) no território italiano. Fonte: ESA, 2020 com dados modificados do Copernicus Sentinel (2019-20).

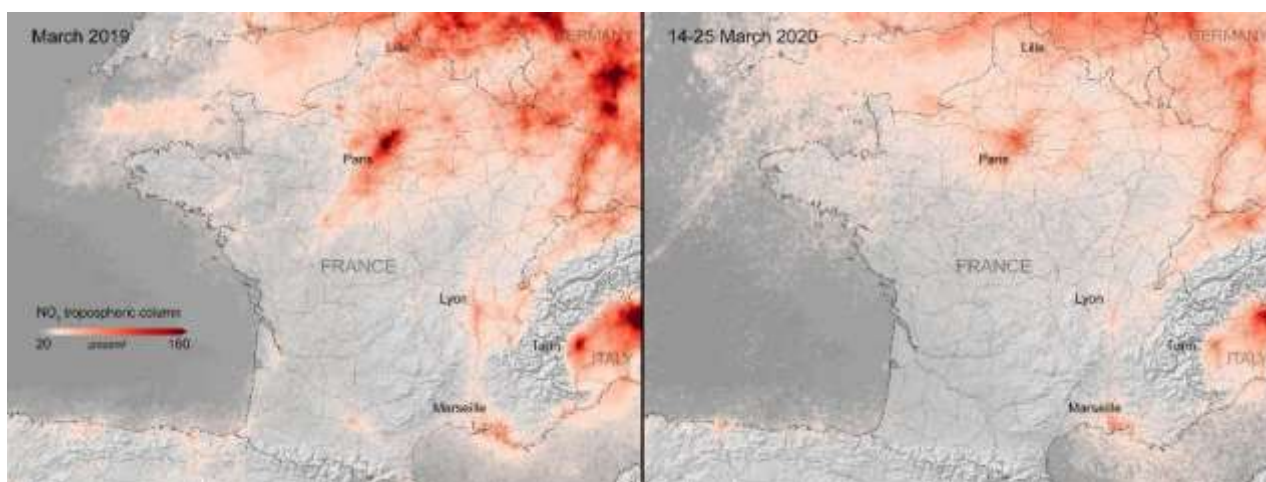


Figura 5: Mapa de concentração de NO₂ troposférico em março de 2019 (à esquerda) e 14-25 de março de 2020 (à direita) no território francês. Fonte: ESA, 2020 com dados modificados do Copernicus Sentinel (2019-20).

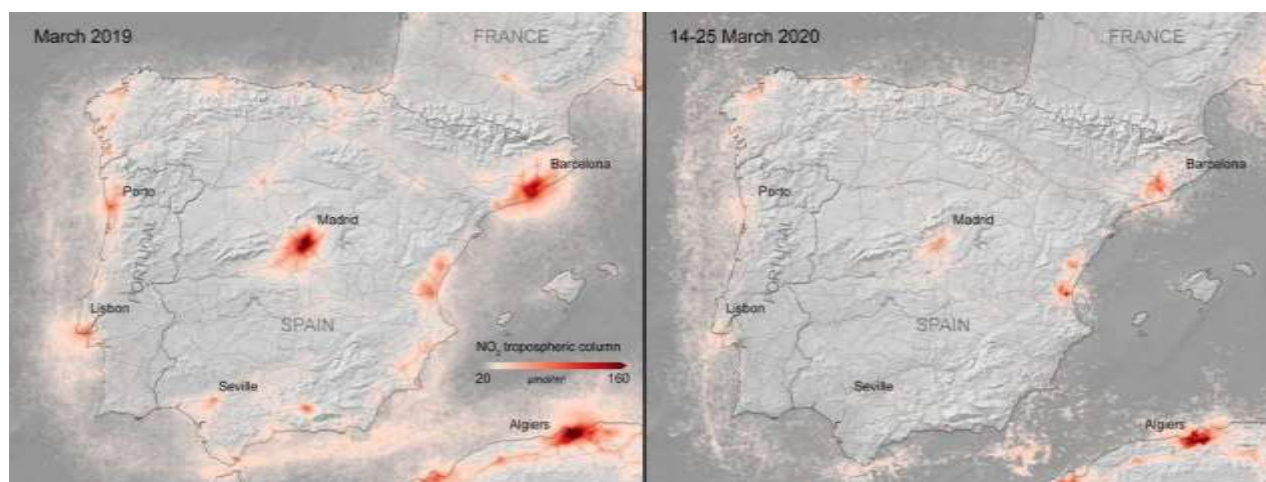


Figura 6: Mapa de concentração de NO₂ troposférico em março de 2019 (à esquerda) e 14-25 de março de 2020 (à direita) no território espanhol. Fonte: ESA, 2020 com dados modificados do Copernicus Sentinel (2019-20).

As figuras 4, 5 e 6 indicam claramente a diminuição dos níveis de NO₂ em relação ao mesmo período no ano de 2019 para os países europeus. Nos três países, e sobretudo no norte da Itália, o nível médio de NO₂ troposférico aparentemente foi reduzido pela metade. Dados apresentados pela Agência Ambiental Europeia (AAE) destacam que para Milão (Itália), *“as concentrações médias de NO₂ ao longo das últimas quatro semanas [4 a 25 de março de 2020] foram 24% inferiores às quatro semanas no início deste ano.”* Ainda ressaltam que a concentração média de NO₂ durante 16 a 22 de março foi 21% menor que na mesma semana do ano anterior (AAE, 2020).

O mesmo relatório indica que, para Roma, as concentrações médias de NO₂ troposférico entre 4-25 de março de 2020 esteve entre 26 e 35% menor do que no mesmo período em 2019. Em Bergamo, também na Itália, o decréscimo foi ainda maior, havendo um constante declínio dos níveis de NO₂, a concentração média durante a semana de 16 a 22 de março foi 47% menor do que na mesma semana de 2019 (AAE, 2020).

Para Madrid, capital da Espanha, os dados da Agência Ambiental Europeia (AAE) revelaram uma vertiginosa queda de 56% nos níveis de NO₂ troposférico após 14 de março – data da publicação do decreto espanhol com a proibição de viagens não essenciais (AAE, 2020).

Cabe ressaltar o fato de que, em 2019, em comemoração ao Dia Mundial do Meio Ambiente a Organização das Nações Unidas, definiu ‘Poluição do Ar’ como temática crítica. Dados, inclusive da OMS, indicam que a poluição atmosférica provoca cerca de sete milhões de mortes por ano em todo o mundo (OMS, 2018). O mesmo estudo revela um dado excepcionalmente mais alarmante: 9 em cada 10 pessoas no planeta Terra respiram ar contendo altos níveis de poluentes – isto é 90% da população mundial.

Burke (2020), discutiu sobre as medidas de confinamento tomadas por diversos países. Para o autor, para além de reduzir os níveis de poluição atmosférica, provavelmente esta redução tenha salvado milhares de vidas. No trabalho intitulado “O COVID-19 reduz a atividade econômica, que reduz a poluição e salva vidas.” [em tradução livre] Burke analisou as concentrações terrestres de PM_{2,5} em quatro sensores do governo dos EUA instalados em quatro principais cidades da China (Pequim, Xangai, Chengdu e Guangzhou). O autor fez o cálculo da média diária de PM_{2,5} de

01/2016 a jan/fev/2020. PM 2,5, segundo OMS (2018) inclui poluentes como sulfato, nitratos e *black carbon* – substâncias de alta toxidez para a saúde humana.

A Figura 7 indica os resultados encontrados pelo autor com as análises para cada cidade chinesa. A linha azul é a média para o ano de 2020 e a linha vermelha é a mesma média calculada para os anos de 2016 a 2019 – as linhas vermelhas secundárias são os dados para cada ano. Em média, Burke (2020) encontrou uma redução diária de 15-17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM_{2,5} entre janeiro e fevereiro de 2020 em relação à média dos quatro anos anteriores nas cidades analisadas. Cabe ressaltar que as recomendações para padrões adequados de qualidade do ar (OMS, 2018) para o PM_{2,5} são valores médios na faixa de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

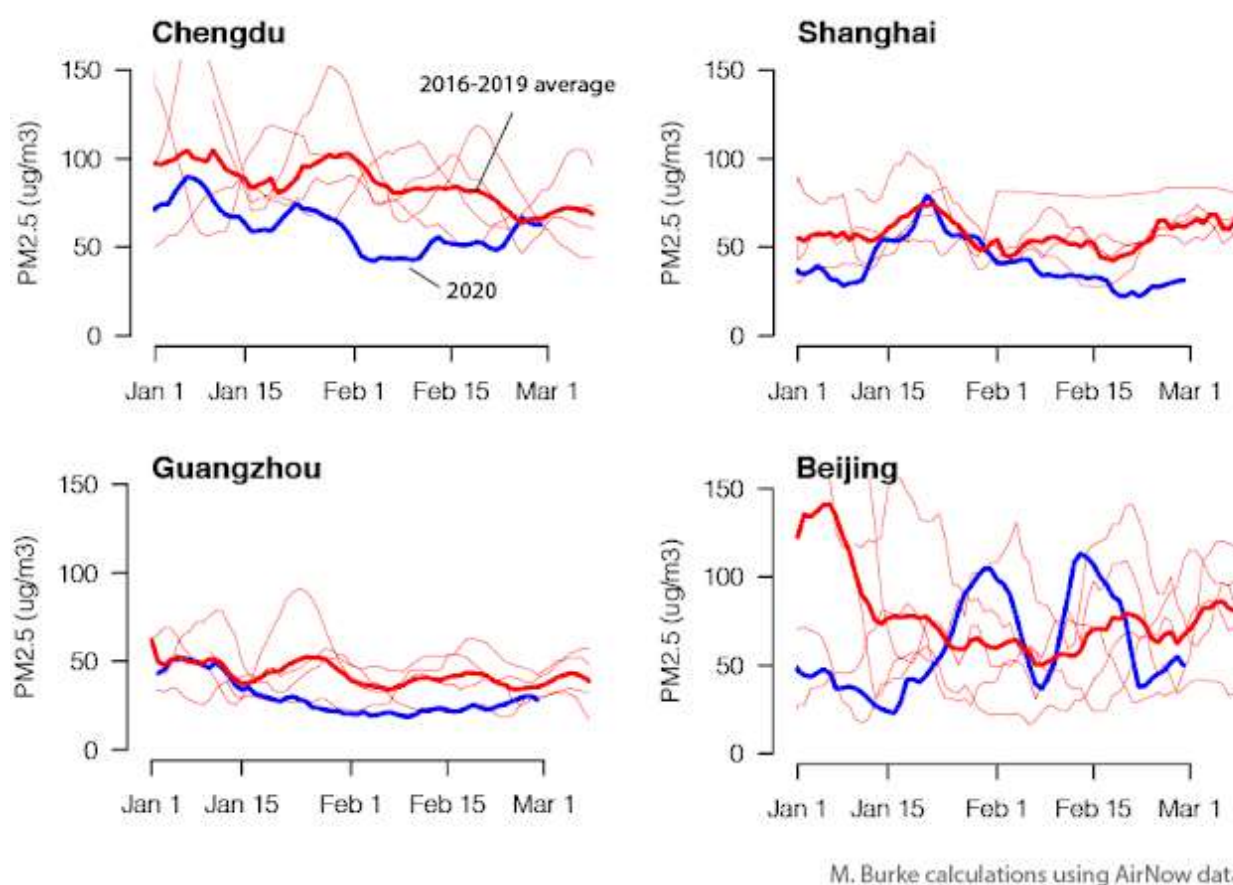


Figura 6: – Níveis de PM_{2,5} nas cidades de Pequim, Xangai, Chengdu e Guangzhou (China) entre janeiro e fevereiro de 2016-2019 (em vermelho) e em 2020 (em azul). Note a redução geral de PM_{2,5} no período 2020. Fonte: Burke, M (2020).

A partir dos cálculos da média de queda nos níveis de poluição e do efeito subsequente na mortalidade em todo o país, Burke estimou que em dois meses “provavelmente [as medidas de isolamento e a redução do PM_{2,5}] salvaram a vida de 4.000 crianças menores de 5 e 73.000 adultos com mais de 70 anos na China”

Os dados coletados pela comunidade científica ao redor de todo o globo sobre as variações de NO₂ troposférico durante o período de isolamento social imposto pela pandemia do Covid19 corroboram que existe influência humana na composição da troposfera terrestre. Neste caso, na influência antrópica direta sobre a concentração de gases, como o NO₂ na troposfera.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Está claro que, em maior ou menor grau, as ações humanas são refletidas diretamente no ambiente. Os dados apresentados neste trabalho, acerca da drástica diminuição dos níveis de NO₂ troposférico para o período de fevereiro em relação a janeiro de 2020 na República Popular da China, os dados de março de 2019 em comparação com dados de 14-25 de março de 2020 para a Itália, Espanha e França, além dos dados do estado de São Paulo para as variações de NO₂ no período de 19 de março e 25 de março de 2020 são capazes de corroborar e embasar este reflexo antropogênico no meio ambiente.

No entanto, a discussão que permanece e que deve ser amadurecida por meio de incessante discussão da comunidade científica, é a respeito da influência da atividade humana ao longo do tempo geológico. Não está clara a influência dos intervalos temporais de 1 ou 2 anos (efeitos do Covid-19 em nível mundial), ou de 150 – 200 anos (tempo decorrido desde a revolução industrial – e, portanto, do progressivo aumento das emissões de CO₂/NO₂) na escala de tempo geológica (dezenas de milhares de anos).

Portanto, também é clara a necessidade de que os Geocientistas se esforcem no amplo direcionamento para o delineamento de cálculos mais acurados e parametrizados sobre a real influência dos efeitos de 200 anos de aumento de emissões de CO₂/NO₂ (ou, na discussão desta comunicação, os efeitos de \cong 3 meses de diminuição desses gases) ao longo de 4,54 bilhões de anos de evolução geológica do Planeta Terra.

4 REFERÊNCIAS

- AAE – European Environment Agency (EEA). (2020). *Air pollution goes down as Europe takes hard measures to combat coronavirus*. Available at <<https://www.eea.europa.eu/highlights/air-pollution-goes-down-as> (last access: 2020-04).
- AFP - France Presse. (2020) *One third of humanity under virus lockdown*. Available at <https://www.afp.com/en/news/15/one-third-humanity-under-virus-lockdown-doc-1q57be16>. (last access: 2020-04-20).
- Arias-Maldonado, M. (2016). The anthropocenic turn: Theorizing sustainability in a postnatural age. *Sustainability*, 8(1), 10.
- Artaxo, P. (2014). Uma nova era geológica em nosso planeta: o Antropoceno?. *Revista Usp*, (103), 13-24.
- Burke, M., Auffhammer, M., Burney, J., Hsiang, S., Lobell, D., Roberts, M., & Schlenker, W. (2020). COVID-19 reduces economic activity, which reduces pollution, which saves lives. Available at www.g-feed.com/2020/03/covid-19-reduces-economic-activity.html (last access: 2020-03-28).
- Castelvecchi, D. (2020). How the coronavirus pandemic is affecting the world's biggest physics experiments. *Nature*.

- Crutzen, P. J. (2016). Geology of mankind. In *Paul J. Crutzen: A Pioneer on Atmospheric Chemistry and Climate Change in the Anthropocene* (pp. 211-215). Springer, Cham..
- ESA – European Space Agency. (2020) Nitrogen dioxide concentrations over Italy/France/Spain. 2020. 3 fotografia. 800 x 554 pixels. Disponível em <<https://www.esa.int/>>. Acesso: Abril 2020.
- Gomes, C. H., Viçozzi, A. P., Dias, G. P., & Sperandio, D. G. (2020). Geochemistry water of the Camaquã das Lavras and Hilário streams, Lavras do Sul-RS: anthropogenic or natural?. *Revista Ambiente & Água*, 15(1). DOI: [10.4136/ambi-agua.2445](https://doi.org/10.4136/ambi-agua.2445)
- Gomes, C.H.; Sperandio, D.G.; Dessart, R.L. (2018a) Nuclídeos cosmogênicos: uma análise sobre um século de pesquisa em geociências. *Terrae Didactica*, 14 (3), 207-216. DOI: [10.20396/td.v14i3.8651674](https://doi.org/10.20396/td.v14i3.8651674)
- Gomes, C. H., de Almeida, D. D. P. M., & Sperandio, D. G. (2018b). Geoquímica de Sedimentos da Confluência das Bacias Hidrográficas Baixo Jacuí e Vacacaí-Mirim, Caçapava do Sul - RS: Implicações Para Proveniência e Intemperismo Químico. *Anuário do Instituto de Geociências*, 41(3), 470-482. DOI: doi.org/10.11137/2018_3_470_482
- Gomes, C., Sperandio, D., Borges, N., Barbosa, A., Viçozzi, A., & Dias, G. P. (2019). Water Quality Assessment through PCA Analysis. *International Journal of Advanced Engineering Research and Science*, 6 (3), 202-210. DOI: doi.org/10.22161/ijaers.6.3.26
- INEA – Instituto Estadual do Ambiente (Estado do Rio de Janeiro), (2020) Rio de Janeiro apresenta melhora na qualidade do ar desde que quarentena entrou em vigor. Disponível em <<http://www.inea.rj.gov.br/>> Acesso em: abril de 2020.
- Johns Hopkins University, Center for Systems Science and Engineering (CSSE). (2020). *Coronavirus COVID-19 Global Cases. Mapa Digital (globo terrestre)*. Disponível em: <<https://gisanddata.maps.arcgis.com/apps/opsdashboard/index.html#/bda7594740fd40299423467b48e9ecf6>> Acesso: Junho, 2020.
- Matless, D. (2017). The anthroposcenic. *Transactions of the Institute of British Geographers*, 42(3), 363-376. DOI:10.1111/tran.12173
- Matless, D. (2016). Climate change stories and the Anthroposcenic. *Nature Climate Change*, 6(2), 118-119. DOI: 10.1038/nclimate2862
- Niaid – National Institute of Allergy and Infectious Diseases (United States of America) (2020). Novel Coronavirus SARS-CoV-2. 2020. 2 fotografia. 800 x 554 pixels. Disponível em <<https://www.flickr.com/photos/niaid/49530315733/in/photostream/>>. Acesso: Abril de 2020.
- OMS – Organização Mundial da Saúde. (2020) Coronavirus disease (COVID-2019) *situation reports* (Situation report 1 (21 January 2020) to Situation report 72 (1 April 2020)). Disponível em: <<https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/situation-reports>> Acesso: Abril 2020.

Sperandio, D. (2020) Novo Coronavírus em Águas Residuais: O papel da geologia médica e ambiental durante a pandemia. *Revista TAE – Tratamento de Água e Esgoto*, 56 (3), Agosto/Setembro, Ano 10. Acesso em <<https://www.revistatae.com.br/Artigo/649/novo-coronavirus-em-aguas-residuais-o-papel-da-geologia-medica-e-ambiental-durante-a-pandemia>>

Steffen, W.; Crutzen, P.J.; McNeill, J.R. (2007) The Anthropocene: are humans now overwhelming the great forces of nature. *AMBIO: A Journal of the Human Environment*, 36 (8), 614-621. DOI: 10.1579/0044-7447(2007)36[614:TAAHNO]2.0.CO;2

Witze, A. (2020) Coronavirus pandemic threatens launch of world's most-expensive telescope. *Nature*, 24 – Março. 2020. DOI: 10.1038/d41586-020-00868-x

COMO CITAR ESTE ARTIGO:

Sperandio, D. G., Gomes, C. H. (2020). Variações globais nos níveis de NO₂ durante a pandemia do Covid-19 (Coronavirus): Uma breve discussão sobre geologia e Antropoceno. *Holos*. 36(5), 1-11.

SOBRE OS AUTORES

D. G. SPERANDI

Possui graduação em geologia pela Universidade Federal do Pampa (2019). É doutorando em Geologia Regional na Universidade Federal de Minas Gerais (2020-atualmente). Possui interesse nas áreas de Petrologia ígnea, Geoquímica, Vulcanologia, prospecção mineral, geofísica aplicada, hidrogeologia e hidrogeoquímica. E-mail: dsperandio@ufmg.br
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5791-7379>

C. H. GOMES

Professora adjunta da Universidade Federal do Pampa. Possui Graduação e mestrado em Geologia pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos (2002; 2006). Doutora pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2011). em experiência na área de Geociências, onde está envolvida em diversos projetos de pesquisa, atuando principalmente nos seguintes temas: Geoquímica Ambiental, Prospecção Mineral, Geologia Econômica, Alteração Hidrotermal, Termocronologia (apatita, U-Th/He), Geocronologia (Sm-Nd, Rb-Sr, Pb-Pb e K-Ar), Petrografia, Geoquímica de Alta Temperatura, Química Cristalina. E-mail: cristianegomes@unipampa.edu.br
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7297-913X>

Editor(a) Responsável: Francinaide de Lima Silva Nascimento

Pareceristas Ad Hoc: Marisa Moura de Abreu e Pamela Vilela

