

Dinâmica dos Poluentes Atmosféricos e o Modelo de Distanciamento Controlado do Rio Grande do Sul para Controle da Pandemia da Covid-19

Dynamics of Air Pollutants and the Controlled Distancing Model of Rio Grande do Sul for Covid-19 Pandemic Control

Sabrina Morales Ulguim,^a Ronan Adler Tavella,^{b,c} Daiane Dias,^{a,d,*} Flavio Manoel Rodrigues da Silva Júnior^{b,c}

^a Universidade Federal do Rio Grande, Escola de Química e Alimentos, Campus Carreiros, CEP 96203-900, Rio Grande-RS, Brasil.

^b Universidade Federal do Rio Grande, Instituto de Ciências Biológicas, Campus Carreiros, CEP 96203-900, Rio Grande-RS, Brasil.

^c Universidade Federal do Rio Grande, Escola de Química e Alimentos, Programa de Pós Graduação em Química Tecnológica e Ambiental, Campus Carreiros, CEP 96203-900, Rio Grande-RS, Brasil.

^d Universidade Federal do Rio Grande, Faculdade de Medicina, Programa de Pós Graduação em Ciências da Saúde, Rua Visconde de Paranaguá, 102, CEP 96203-900, Rio Grande-RS, Brasil.

*E-mail: daianezd@gmail.com

Recebido em: 30 de Novembro de 2020

Aceito em: 23 de Agosto 2021

Publicado online: 10 de Janeiro de 2022

Studies around the world have revealed environmental changes during quarantine periods and social distancing imposed by local governments to control the spread of the Sars-Cov-2 virus, the etiological agent of Covid-19. Among these changes, the most reported was the reduction in the levels of some atmospheric pollutants related to urban and industrial activities. In Brazil, the state of Rio Grande do Sul adopted a Controlled Distance Model (MDC) with 4 different stages of distancing measures based on the restriction of human activities, represented by colors (yellow, orange, red and black). The objective of the study was to evaluate the behavior of air pollutants (O₃, NO₂, SO₂, PM_{2,5} e CO) during the first 15 weeks of the implementation of the MDC in five municipalities in the extreme south of the state (Pelotas, Rio Grande, Bagé, Candiota and Herval). Interestingly, the levels of some pollutants were increased in the most restrictive scenarios of the MDC, especially O₃ in 4 municipalities and SO₂, NO₂ and CO in Candiota and Bagé. In addition, a similar scenario was found when the levels of air pollutants were related to the time of implementation of the MDC, indirectly reflecting a decrease in adherence to restrictive measures imposed by social isolation, mainly due to the increase in the levels of pollutants over the 15 weeks evaluated. This study is a pioneer in evaluating the behavior of air pollutants during the Covid-19 pandemic in medium and small cities.

Keywords: Sars-Cov-2; air pollutants; social isolation; quarantine.

1. Introdução

No decurso da epidemia do novo Coronavírus no Brasil foram introduzidas medidas legais de distanciamento social por governos estaduais e prefeituras, afim de conter a propagação do vírus.¹ O estado do Rio Grande do Sul adotou um método exclusivo, designado Modelo de Distanciamento Controlado (MDC), que auxilia na identificação de setores aptos a retornar as atividades, atribuindo um equilíbrio entre saúde e impacto econômico.² Tal medida engloba indicadores ponderados, os quais são classificados em 4 bandeiras, correspondentes às cores amarela, laranja, vermelha e preta, que repercutem na flexibilização da atividade econômica dos municípios, de forma que a bandeira amarela é a mais permissiva e a preta a mais restritiva.² O estado foi dividido em 21 regiões de agrupamento e a determinação da coloração da bandeira ocorre semanalmente, de acordo com a análise dos indicadores realizada pelo governo estadual.³

Apesar das ações de distanciamento social terem como principal objetivo a redução no nível de disseminação da doença, elas também trouxeram aspectos ambientais positivos.^{4,5} Estudos têm apontado a redução nos níveis de poluentes atmosféricos em diferentes cidades ao redor do globo, como por exemplo, São Paulo, Barcelona e em várias cidades na China.⁶⁻⁹ Nesses locais foram identificados a redução de SO₂, PM_{2,5}, PM₁₀, NO₂ e CO. Essas reduções estão estreitamente relacionadas com as medidas adotadas por governos em todo o mundo para limitar as atividades durante a quarentena, que incluem a diminuição da atividade e mobilidade urbana e a atividade industrial.¹⁰

Neste cenário epidemiológico, torna-se ainda mais importante a realização de estudos que abordem o tema de poluição atmosférica, visto que dados da Organização Mundial da Saúde (OMS) indicam que 4,2 milhões de pessoas morrem anualmente em decorrência dessa poluição, uma vez que muitos dos poluentes do ar estão diretamente associados ao aparecimento de doenças crônicas, tais como: diabetes, hipertensão, doenças cardiovasculares e respiratórias, além de diferentes tipos de cânceres.^{11,12}

Com isso, o objetivo deste estudo foi analisar o impacto das restrições de cada bandeira do MDC nos níveis dos poluentes atmosféricos ozônio (O_3), dióxido de nitrogênio (NO_2), dióxido de enxofre (SO_2), monóxido de carbono (CO) e material particulado 2,5 ($PM_{2,5}$) das cidades de Rio Grande, Pelotas, Herval, Bagé e Candiota, levando em consideração os dados diários das 15 primeiras semanas após a implementação do MDC do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil.

2. Materiais e Métodos

2.1. Local do estudo

O estudo foi realizado com dados de cinco municípios do extremo Sul do Estado do Rio Grande do Sul: Pelotas, Rio Grande, Bagé, Candiota e Herval (Figura 1). Cada uma dessas cidades possui características demográficas e econômicas distintas que permitem a elas representar, de maneira genérica, outras cidades do estado. As cidades de Bagé, Rio Grande e Pelotas são as maiores cidades da região Sul do Estado. Rio Grande tem sua economia focada no setor industrial, enquanto Pelotas em comércio e serviços e Bagé em agropecuária. A cidade de Candiota é caracterizada por forte atividade de exploração e queima de carvão mineral e Herval é um município rural com baixo número de habitantes.

2.2. Modelo de Distanciamento Controlado (MDC)

O nível de distanciamento foi controlado pela capacidade de resposta dos hospitais e demais setores de saúde da região, além também do comportamento da pandemia no território. Os quatro estágios de controle foram indicados através da coloração das bandeiras, que deliberou uma

redução de atividade em todos os segmentos econômicos: a cor amarela representou uma situação mais amena, com medidas flexíveis, já a laranja correspondeu a um risco médio com menor flexibilização, enquanto a bandeira vermelha foi mais restritiva, e por fim, a preta representou a maior restrição entre as demais.¹³ Os dados apresentados referente a bandeira foram extraídos a partir da base de dados disposta pelo governo do Rio Grande do Sul no site do mesmo.³

2.3. Análise dos poluentes atmosféricos

Os dados dos poluentes atmosféricos foram coletados entre 11 de maio de 2020 e 23 de agosto de 2020, período correspondente às 15 primeiras semanas de implementação do MDC do RS. As concentrações de O_3 , NO_2 , SO_2 , $PM_{2,5}$ e CO ($\mu g/m^3$) foram extraídas de monitoramento em tempo real usando The Weather Channel (IBM, EUA), a partir de dados de satélites do Serviço de Monitoramento Atmosférico Copernicus da European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF).

Os dados foram apresentados como média semanal e intervalo mínimo-máximo. Uma análise de correlação de postos de Spearman foi conduzida para correlacionar os poluentes atmosféricos com as cores das bandeiras (1 – amarela; 2 – laranja; 3 – vermelha; 4 – preta) e outra análise de correlação de Pearson foi conduzida para relacionar os poluentes atmosféricos às semanas após implantação do MDC (variando de 1 a 15). Foi considerado um p crítico $\leq 0,05$. Adicionalmente foi realizada uma análise multivariada (Análise de Componentes Principais) visando apontar a relação entre os poluentes atmosféricos e o grau de restrição do MDC (cor da bandeira) e o tempo transcorrido do início da implementação do modelo (semanas). Todas as análises foram realizadas através do Software STATISTICA 7.0.

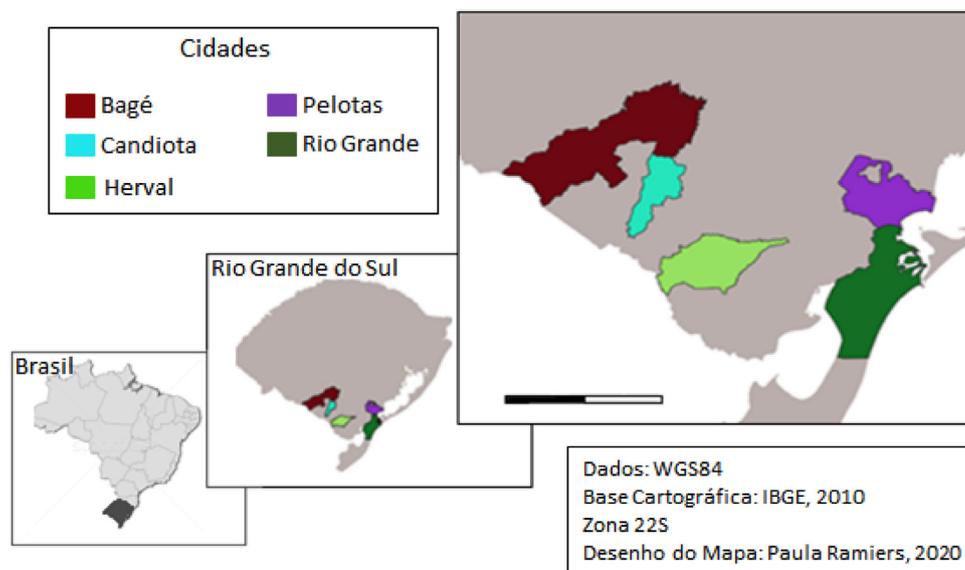


Figura 1. Mapa da área de estudo (elaborado pelos autores)

3. Resultados e Discussões

O comportamento dos poluentes atmosféricos com relação a variação das bandeiras propostas pelo MDC está representado na Figura 2, das cidades de Bagé, Pelotas, Rio Grande, Candiota e Herval, respectivamente. Para todas as 5 cidades estudadas, a maior média semanal de O_3 , $PM_{2,5}$ e CO foi encontrada na 13ª semana após implementação do MDC. Enquanto o SO_2 apresentou seu maior nível na 13ª semana somente em três cidades e o NO_2 em apenas uma das cidades estudadas. Além disso, observou-se que a 13ª semana foi justamente a que celebra um feriado importante (dia dos pais), uma data comercial que pode ter ocasionado alta movimentação nos centros urbanos, promovendo o aumento dos poluentes. Ainda, foi possível analisar que a 5ª semana do período estudado englobou outro feriado (*Corpus Christi*), mas que não apresentou níveis elevados quanto o da semana 13, isso pode estar associado ao feriado ter sido prolongado, possibilitando viagens para

fora das cidades e fazendo com que as concentrações em níveis locais não fossem elevadas.

A Tabela 1 corresponde à média da concentração dos poluentes atmosféricos durante o período inicial de 15 semanas do MDC nas cidades de Bagé, Pelotas, Rio Grande, Candiota e Herval. Verificou-se que Rio Grande exibiu a maior concentração média de O_3 e $PM_{2,5}$ dentre as cidades observadas, o que pode estar relacionado a elevada atividade industrial da região. Pelotas, por sua vez, apresentou maior nível de CO, composto usualmente associado ao alto fluxo veicular. Por ser a cidade com maior densidade populacional avaliada Pelotas também é a que possui maior fluxo de veículos em suas vias urbanas. Por fim, Candiota, com atividades de exploração e queima de carvão, apresentou as maiores concentrações de NO_2 e SO_2 .

A média da concentração de SO_2 na região de Candiota se destaca entre as demais (Tabela 1), o que pode estar vinculado a atividade da usina termoeletrica no município. Como mostrou o trabalho de Dallarosa *et al.* (2007) que utilizou um método numérico para estudar a dispersão de

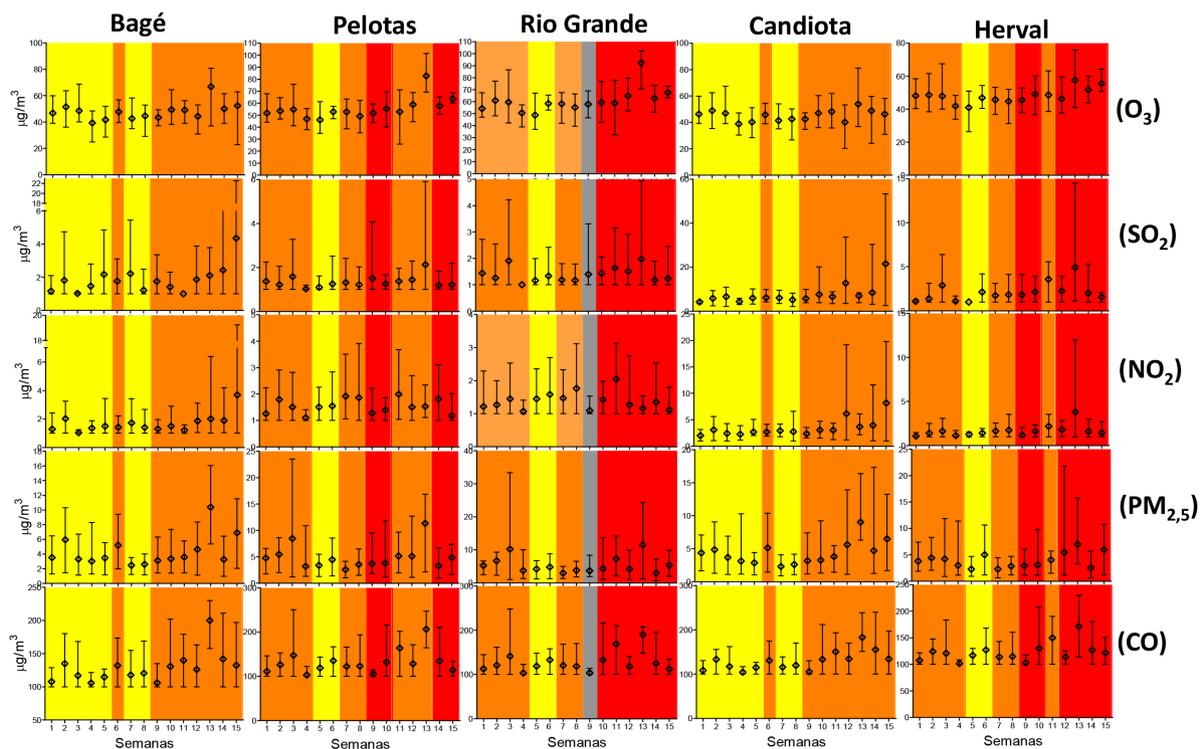


Figura 2. Comportamento dos poluentes atmosféricos com a variação da bandeira durante o período inicial de 15 semanas do MDC nos municípios estudados.

Tabela 1. Média da concentração dos poluentes atmosféricos (O_3 , NO_2 , SO_2 , $PM_{2,5}$ e CO) durante o período inicial de 15 semanas do MDC nas cidades de Bagé, Pelotas, Rio Grande, Candiota e Herval

	Rio Grande	Pelotas	Bagé	Herval	Candiota
O_3	60,78 ± 13,87	55,54 ± 12,02	47,95 ± 10,81	47,47 ± 9,12	45,19 ± 10,03
NO_2	1,38 ± 0,57	1,54 ± 0,68	1,69 ± 1,96	1,66 ± 1,31	3,43 ± 3,21
SO_2	1,39 ± 0,74	1,35 ± 0,70	1,85 ± 2,36	2,12 ± 1,90	7,65 ± 8,02
$PM_{2,5}$	5,41 ± 4,93	4,91 ± 4,18	4,32 ± 3,06	3,94 ± 3,36	4,35 ± 3,39
CO	128,25 ± 37,16	131,76 ± 40,01	128,55 ± 34,64	123,02 ± 30,61	129,71 ± 34,82

poluentes emitidos pela usina em Candiota, na qual em 2004 foram simuladas concentrações máximas de ordem de $170 \mu\text{g m}^{-3}$ para PM_{10} , NO_x e SO_2 próximas da fonte emissora, e também indicou concentrações da ordem de 5 a $10 \mu\text{g m}^{-3}$ para esses três poluentes em outro território do município, sugerindo a dispersão desses causada pelo vento.¹⁴

Por um outro lado, o município de Herval, apesar de ter poucos habitantes, apresentou níveis de poluentes tão elevado quanto as demais cidades estudadas. Essa peculiaridade pode estar relacionada a proximidade com a região de Candiota, em razão da dispersão de poluentes atmosféricos com a velocidade do vento.¹⁵ Rio Grande evidenciou alta concentração de O_3 , que pode estar associada a elevada atividade industrial da cidade e este cenário de elevadas concentrações de O_3 nesta região já foram evidenciados anteriormente.^{16,17} Ademais, outros estudos realizados na região de Rio Grande, em uma área urbana sob influência de fábricas de fertilizante e uma refinaria de petróleo, já tem apontado os impactos ambientais dos contaminantes atmosféricos.¹⁸ Além disso, o município apresentou um aumento expressivo de concentração de O_3 com o decorrer do período estudado, Figura 3a. Este aumento está relacionado diretamente à diminuição gradual nos níveis de NO_2 também verificados na cidade, Figura 3c. Tendências semelhantes foram observadas em Barcelona,⁹ Rio de Janeiro¹⁶ e China,⁷ em que as elevações dos níveis de O_3 foram explicadas como consequência da diminuição das concentrações de óxidos de nitrogênio. Somado a isso, a cidade de Rio Grande evidenciou maior média de concentração para o $\text{PM}_{2,5}$, estudos recentes de Gutierrez *et al.* na região, indicam que a concentração

desse poluente excede os critérios de qualidade adotados pela OMS e pelo CONAMA, novamente níveis elevados associados provavelmente a forte atividade industrial do município.¹⁹

Curiosamente, a correlação de Spearman, representada na Tabela 2, indicou a relação entre os poluentes atmosféricos e a coloração das bandeiras. As cidades de Bagé e Candiota apresentaram maior número de poluentes com correlações significativas, ou seja, nessa região existe uma relação maior entre a emissão dos poluentes atmosféricos com a alteração da bandeira do MDC (cenários mais restritivos levaram a maiores concentrações de poluentes). Além disso, a partir da correlação de Pearson (Tabela 3) entre os poluentes atmosféricos e as semanas estudadas, foi possível verificar que não somente as cidades de Bagé e Candiota apresentaram forte relação entre a emissão de poluentes atmosféricos com o decorrer das semanas, mas também se observou um perfil similar para o município de Herval. As cidades destacadas possivelmente representam melhor essa relação devido ao comportamento social e econômico diante da pandemia nas regiões, provavelmente associado ao menor número de habitantes nesses municípios.

A correlação de Pearson mostra que mesmo com a mudança semanal das bandeiras, como conseguintes restrições, os níveis de poluentes continuam a aumentar ao decorrer das semanas. O que pode ser confirmado através da correlação de Spearman que indica o mesmo perfil para os poluentes relacionando as bandeiras. Aliado as correlações elucidadas, também foi realizada a análise dos componentes principais (Figura 3), a qual buscou representar a possível relação entre os poluentes atmosféricos, a cor da bandeira do MDC e as semanas estudadas. Neste sentido, em Bagé

Tabela 2. Correlação entre poluentes atmosféricos e cores das bandeiras durante o período inicial de 15 semanas do MDC nas cidades de Herval, Rio Grande, Pelotas, Bagé e Candiota.

	Herval	Rio Grande	Pelotas	Bagé	Candiota
Parâmetro	R (p valor)				
O_3	0,2611 (0,0084)	0,3265 (0,0009)	0,2034 (0,0413)	0,2440 (0,0144)	ns
NO_2	ns	ns	ns	ns	0,2424 (0,0146)
SO_2	ns	ns	ns	0,2010 (0,0450)	0,2844 (0,0040)
$\text{PM}_{2,5}$	ns	ns	ns	0,2415 (0,0155)	0,2172 (0,0291)
CO	ns	ns	ns	0,3089 (0,0018)	0,3399 (0,0005)

ns – não significativo

Tabela 3. Correlação entre poluentes atmosféricos e as 15 semanas iniciais do MDC nas cidades de Herval, Rio Grande, Pelotas, Bagé e Candiota.

	Herval	Rio Grande	Pelotas	Bagé	Candiota
Parâmetro	R (p valor)	R (p valor)	R (p valor)	R (p valor)	R (p valor)
O_3	0,3119 (0,0015)	0,4033 (<0,0001)	0,4173 (<0,0001)	0,2501 (0,0121)	ns
NO_2	0,2374 (0,0168)	ns	ns	ns	0,3514 (0,0003)
SO_2	0,2424 (0,0146)	ns	ns	0,1973 (0,0491)	0,3477 (0,0004)
$\text{PM}_{2,5}$	ns	ns	ns	0,2527 (0,0112)	0,2377 (0,0167)
CO	0,2608 (0,0084)	ns	0,2284 (0,0216)	0,3567 (0,0003)	0,3949 (<0,0001)

ns – não significativo

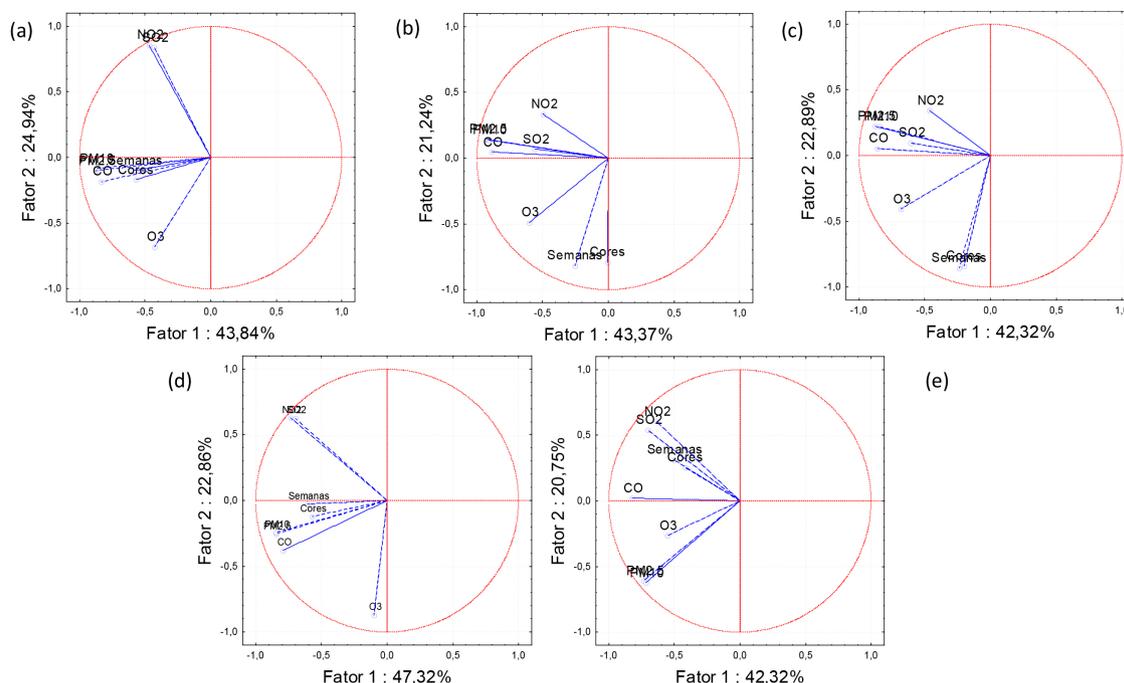


Figura 3. Análise multivariada da relação entre os poluentes atmosféricos, a cor da bandeira e o período inicial de 15 semanas do MDC em (a) Bagé; (b) Pelotas; (c) Rio Grande; (d) Candiota; (e) Herval

(Figura 3a) e em Candiota (Figura 3d), o $PM_{2,5}$ e CO estiveram relacionados ao MDC e as semanas transcorridas após implementação deste modelo. Nos municípios de Pelotas e Rio Grande (Figuras 3b e 3c), o O_3 teve maior relação ao MDC e as semanas transcorridas, enquanto em Herval os poluentes mais relacionados ao MDC e as semanas foram o NO_2 e SO_2 .

De acordo com os dados obtidos, foi identificado um aumento da concentração dos poluentes com a alteração para bandeiras mais restritivas, um resultado inesperado, que pode ser justificado através da resposta da população ao isolamento social. Dados *In loco* comprovaram que o índice do isolamento social no Rio Grande do Sul decresceu com o decorrer da quarentena, mas que durante o período avaliado se manteve estável (Figura 4).²⁰ Apesar de aparentemente não haver grandes amplitudes do isolamento em nível estadual, pode existir peculiaridades em nível local. Por sua vez, um estudo na cidade de São Paulo, indicou que zonas centrais apresentaram maior aderência do isolamento do que regiões periféricas, onde vivem os trabalhadores de atividades essenciais. Além disso, o estudo também

observou a influência da atitude dos funcionários do governo em relação a minimização da ameaça da doença, resultando na diminuição do isolamento social.²¹ No entanto, uma das limitações do presente estudo, é a não existência de informações disponíveis acerca dos níveis de isolamento social por município.

Por fim, o descumprimento das medidas restritivas estabelecidas por cada bandeira, principalmente a diminuição do isolamento social, possivelmente ocasionou maior mobilidade urbana, que produziu o aumento da poluição atmosférica.

4. Conclusão

Entre as 5 cidades monitoradas no presente estudo, a restrição das atividades urbanas não esteve acompanhada da redução dos níveis de poluentes atmosféricos e em alguns casos, nos cenários mais restritivos houve, curiosamente, aumento dos níveis de poluentes. A análise de correlação



Figura 4. Índice de isolamento social no Estado do Rio Grande do Sul, indicado entre círculo o período das 15 semanas iniciais do MDC

entre os poluentes atmosféricos e as semanas transcorridas a partir do início da implementação do MDC revelou que houve o aumento dos níveis de alguns poluentes atmosféricos e não a sua diminuição como se esperava. Dentre os possíveis motivos para esse aumento, destacamos a redução da adesão da população às medidas impostas pelo modelo de distanciamento controlado.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo financiamento parcial deste projeto, por prover o acesso aos periódicos (Código Financeiro 001) e pela a bolsa de doutorado de RAT.

Referências Bibliográficas

- Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Covid-19 e medidas legais de distanciamento social: descentralização das políticas, relação com o número de óbitos e análise do período de 27 de abril a 10 de maio de 2020. Brasília: Ipea, 2020. [\[link\]](#)
- Rio Grande do Sul. Secretaria Estadual da Saúde. Departamento de Ações em Saúde. Metodologia. Porto Alegre, 2020. [\[link\]](#)
- Rio Grande do Sul. “Modelo de Distanciamento Controlado Rio Grande do Sul”. Distanciamento Controlado [2020b]. Disponível em <<https://distanciamentocontrolado.rs.gov.br>> Acesso em: 17 agosto 2020.
- Ju, M. J.; Oh, J.; Choi, Y.-H.; Changes in air pollution levels after COVID-19 outbreak in Korea. *Science of the Total Environment* **2020**, *750*, 4. [\[Crossref\]](#)
- Tavella, R. A.; Júnior, F. M. R. D. S.; COVID-19 and air pollution: what do we know so far? *Vitalle-Revista de Ciências da Saúde* **2020**, *32*, 27. [\[Crossref\]](#)
- Nakada, L. Y. K.; Urban, R. C.; COVID-19 pandemic: Impacts on the air quality during the partial lockdown in São Paulo state, Brazil. *Science of the Total Environment* **2020**, *730*, 5. [\[Crossref\]](#)
- Chen, H.; Huo, J. Fu, Q.; Duan, Y.; Xiao, H.; Chen, J.; Impact of quarantine measures on chemical compositions of PM_{2.5} during the COVID-19 epidemic in Shanghai, China. *Science of the Total Environment* **2020**, *743*, 4. [\[Crossref\]](#)
- Dutheil, F.; Baker, J.S.; Navel, V.; COVID-19 as a factor influencing air pollution? *Environmental Pollution* **2020**, *263*, 1. [\[Crossref\]](#)
- Tobías, A.; Carnerero, C.; Reche, C.; Massagué, J.; Via, M.; Minguillón, M. C.; Alastuey, A.; Querol, X.; Changes in air quality during the lockdown in Barcelona (Spain) one month into the SARS-CoV-2 epidemic. *Science of the Total Environment* **2020**, *726*, 4. [\[Crossref\]](#)
- 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* **2020**, *4*, 210. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
- World Health Organization. Ambient (outdoor) air pollution (2018). Disponível em <[https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)> Acesso em: 20 agosto 2020.
- Burnett, R.; Chen, H.; Szyszkowicz, M.; Fann, N.; Hubbell, B.; Pope III, C. A.; Apte, J. S.; Brauer, M.; Cohen, A.; Weichenthal, S.; Coggins, J.; Di, Q.; Brunekreef, B.; Frostad, J.; Lim, S. S.; Kan, H.; Walker, K. D.; Thurston, G. D.; Hayes, R. B.; Lim, C. C.; Turner, M. C.; Jerrett, M.; Krewski, D.; Gapstur, S. M.; Diver, W. R.; Ostro, B.; Goldberg, D.; Crouse, D. L.; Martin, R. V.; Peters, P.; Pinault, L.; Tjepkema, M.; Donkelaar, A.; Villeneuve, P. J.; Miller, A. B.; Yin, P.; Zhou, M.; Wang, L.; Janssen, N. A. H.; Marra, M.; Atkinson, R. W.; Tsang, H.; Thach, T. Q.; Cannon, J. B.; Allen, R. T.; Hart, J. E.; Laden, F.; Cesaroni, G.; Forastiere, F.; Weinmayr, G.; Jaensch, A.; Nagel, G.; Concin, H.; Spadaro, J. V.; Global estimates of mortality associated with long-term exposure to outdoor fine particulate matter. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **2018**, *115*, 9596. [\[Crossref\]](#)
- Rio Grande do Sul. Secretaria Estadual da Saúde. Protocolos Gerais e Específicos. Modelo de Distanciamento Controlado do RS. Porto Alegre, 2020 [\[link\]](#)
- Dallarosa, J. B.; Alves, R. C. M.; J. G.; Teixeira, E. C.; Paz, R. S.; Utilização de modelagem numérica para o estudo da dispersão de poluentes emitidos pela usina termoeletrica Presidente Médici. *Química Nova* **2007**, *30*, 1612. [\[Crossref\]](#)
- Maia, J. L. M.; Netto, V. M.; Costa, B. L. G.; Forma urbana e poluição atmosférica: impactos na cidade do Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Gestão Urbana* **2019**, *11*. [\[Crossref\]](#)
- Siciliano, B.; Dantas, G.; Silva, C. M.; Arbillá, G.; Increased ozone levels during the COVID-19 lockdown: Analysis for the city of Rio de Janeiro, Brazil. *Science of The Total Environment* **2020**, *737*, 7. [\[Crossref\]](#)
- da Silva Júnior, F. M. R.; Honscha, L. C.; Brum, R. L.; Ramires, P. F.; Tavella, R. A.; Fernandes, C. L. F.; Penteadó, J. O.; Bonifácio, A. S.; Volcão, L. M.; Santos, M.; Coronas, M. V.; Air quality in cities of the extreme south of Brazil. *Ecotoxicology and Environmental Contamination* **2020**, *15*, 61. [\[Crossref\]](#)
- da Silva Júnior, F. M. R.; Silva, P. F.; Garcia, E. M.; Klein, R. D.; Peraza-Cardoso, G.; Baisch, P. R.; Vargas, V. M. F.; Muccillo-Baisch, A. L.; Toxic effects of the ingestion of water-soluble elements found in soil under the atmospheric influence of an industrial complex. *Environmental Geochemistry and Health* **2013**, *35*, 317. [\[Crossref\]](#)
- Gutierrez, F. B.; Martins, S. E.; Honscha, L. C.; Brum, R. L.; Vargas, V. M. F.; Mirlean, N.; Baisch P. R. M.; da Silva Junior, F. M. R.; Is There Something in the Air? Sources, Concentrations and Ionic Composition of Particulate Matter (PM_{2.5}) in an Industrial Coastal City in Southern Brazil. *Water Air and Soil Pollution* **2020**, *231*, 225. [\[Crossref\]](#)
- INLOCO. Mapa brasileiro da COVID-19. Disponível em <<https://mapabrasileirodacovid.inloco.com.br>> Acesso em: 04 setembro 2020.
- 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* **2020**, 2020040515. [\[Crossref\]](#)