

This file has been cleaned of potential threats.

If you confirm that the file is coming from a trusted source, you can send the following SHA-256 hash value to your admin for the original file.

9f079164f4f572580281ffa4c24f01d8e5fa39633d139c0a93f23655a82b736c

To view the reconstructed contents, please SCROLL DOWN to next page.

## **Nota técnica: Acompanhamento da pandemia de COVID-19 em Curitiba, estado do Paraná, cenário epidemiológico para o início de 2022 e medidas necessárias para um retorno escolar seguro**

Lucas Ferrante<sup>1,\*</sup>, Eduardo Capanema<sup>2</sup>, Luiz Duczmal<sup>2</sup>, Wilhelm Alexander Cardoso Steinmetz<sup>2</sup>, Jeremias Leão<sup>3</sup>, Alexandre Celestino Leite Almeida<sup>4</sup>, Unaí Tupinambás<sup>4</sup>, Ruth Camargo Vassão<sup>5</sup>, Philip Martin Fearnside<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) – Programa de Biologia (Ecologia). <sup>2</sup>Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). <sup>3</sup>Universidade Federal do Amazonas (UFAM). <sup>4</sup>Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ). <sup>5</sup>Pesquisadora Aposentada do Instituto Butantan. <sup>6</sup>Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA).

\*Autor correspondente: [lucasferrante@hotmail.com](mailto:lucasferrante@hotmail.com)

Com 75.07% de toda a população de Curitiba, estado do Paraná, devidamente imunizada (considerando-se segundas doses + doses únicas)<sup>1</sup>, as medidas não-farmacológicas ainda devem ser mantidas para conter a pandemia da COVID-19: distanciamento social, evitar aglomerações em locais fechados, uso de máscaras, higienização das mãos e passaporte vacinal<sup>2</sup>.

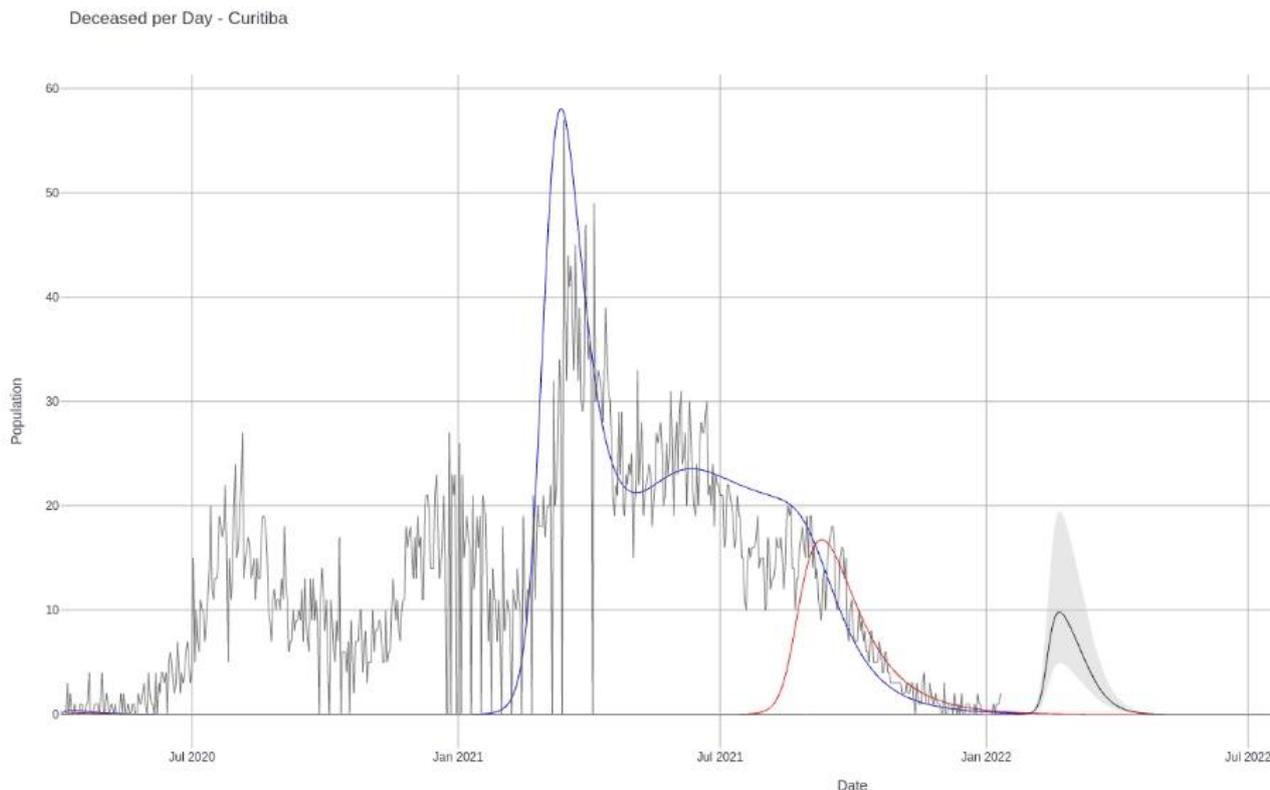
Os alarmes epidemiológicos para guiar a tomada de decisão por parte dos agentes de saúde pública podem ser soados com antecedência e monitorados com base em previsões a partir de modelos SEIR (Susceptíveis – Expostos – Infectados – Recuperados). Através de modelos SEIR, avaliamos o cenário epidemiológico que se projeta para os próximos meses para o município de Curitiba estado do Paraná, com a finalidade de apontar diretrizes seguras para a contenção da pandemia no início de 2022. Salienta-se que estes pareceres têm guiado secretarias de saúde em diferentes municípios do Brasil. Ignorar estes resultados tem conduzido municípios a novos surtos de casos e óbitos por COVID-19, como observou-se no município de Manaus<sup>3</sup>.

Nesta nota técnica, utilizamos um modelo SEIR<sup>4</sup>, em que se considera a mobilidade urbana para o cálculo do nível de isolamento social para os municípios avaliados. O modelo

considera a ampla circulação da variante delta e ômicron e visa avaliar o possível recrudescimento da pandemia no início de 2022 devido ao aumento da mobilidade urbana no fim de 2021 e primeiro trimestre de 2022, além da ausência de cobertura vacinal plena da população, principalmente em crianças de 5 a 11 anos. O modelo também considera os dados epidemiológicos e taxas de imunização da população disponibilizados pelo próprio governo do Paraná<sup>1</sup>.

### **Resultados:**

Os modelos SEIR multicepas (delta e ômicron) apontam para a manutenção dos indicadores da pandemia com iminente recrudescimento frente ao aumento da mobilidade urbana no mês de fevereiro para o município de Curitiba, apesar dos índices de vacinação. Mediante novas flexibilizações e aumento da mobilidade urbana, tende a ocorrer um novo aumento do número de casos, podendo também impactar a média de óbitos por COVID-19 observadas no município. O aumento vivenciado em Curitiba no mês de janeiro já havia sido previsto nos meses anteriores através de outra nota técnica, não sendo um fenômeno natural de recrudescimento da pandemia, mas um



**Figura 1.** Projeção da pandemia de COVID-19 para Curitiba. Linha preta = óbitos observados por dia em Curitiba (Dados prefeitura de Curitiba); Linha azul = onda de óbitos causados pela variante gama; linha vermelha = onda de óbitos causados pela variante delta; Linha cinza escura + desvio padrão cinza = óbitos projetados por dia em decorrência da onda gerada pela variante ômicron.

aumento de casos decorrente do aumento da mobilidade urbana. Estes resultados indicam a necessidade da restrição dos índices de mobilidade urbana para Curitiba uma vez que um novo aumento destes índices tende a aumentar a transmissão comunitária em para níveis alarmantes. Assim, qualquer aumento na mobilidade urbana tenderá a alterar o cenário de aumento de casos de COVID-19 sem grande número de óbitos, para um patamar óbitos recrudescentes no mês de fevereiro e março apesar da vacinação. Se mantidas as atuais taxas de vacinação, estima-se com base no atual modelo epidemiológico, que a população atinja limiares de imunização que se aproximem da imunidade coletiva adquirida por via vacinal em meados de abril de 2022, isto é, apenas quando a cobertura vacinal contemplar crianças e adolescentes de 5 a 12 anos.

A situação que se projeta para o município de Curitiba ainda é de continuidade da pandemia para os meses de fevereiro e março de 2022, com um aumento de casos devido às flexibilizações e ao aumento da mobilidade urbana em dezembro de 2021.

No atual contexto, atividades como o retorno às aulas presenciais ou híbridas deveriam ser retomadas com cautela e de forma escalonada, além de seguir recomendações técnicas de segurança epidemiológica avaliando o risco do aumento da transmissão viral na comunidade, dadas as atuais taxas de vacinação. Desta forma, recomenda-se que tal retorno seja postergado para o mês março, mediante acompanhamento da situação epidemiológica do município e condicionado ao retorno escalonado dos alunos conforme a progressão da vacinação destes.

Destaque-se que os modelos epidemiológicos apontam para a continuidade da pandemia com recrudescimento devido ao aumento da mobilidade urbana, enfatizando a necessidade manutenção do uso de máscaras, distanciamento social e avanço da vacinação, incluindo jovens e crianças. A literatura científica aponta que ignorar as medidas restritivas indicadas, com base nos modelos do tipo SEIR, tende a propiciar novos aumentos de casos<sup>4</sup>. Destaca-se como exemplo das consequências de ignorar as projeções de modelos SEIR, a segunda onda de COVID-19 vivenciada em Manaus, estado do Amazonas, que se desencadeou após o retorno das aulas presenciais dando origem à variante gama<sup>5,6,7,8</sup>.

Ressalta-se, ainda, que o contato natural com uma variante não fornece imunidade às demais ou por tempo superior a um período de 240 dias<sup>8</sup>, enfatizando a importância da vacinação, com segunda dose e reforço para adultos.

Ainda destacamos que, de acordo com os protocolos do CDC, a distância mínima em sala de aula deve ser de pelo menos 1 metro, havendo a obrigatoriedade do uso de máscaras<sup>9</sup>. Além disso, as máscaras de pano utilizadas nos protocolos de segurança do governo do Paraná possuem eficácia variável, podendo atingir apenas de 15% a 70% de proteção, como indicado em estudo científico que avalia a eficácia das máscaras utilizadas no Brasil<sup>10</sup>. Ademais, as salas de aula do município de Curitiba têm estrutura com pouca ventilação, com alta dependência de ar-condicionado e com circulação de ar inadequada à luz dos protocolos de ventilação da Organização Mundial da Saúde<sup>11</sup>, o que torna essencial manter reuniões presenciais limitadas a dez pessoas em sala, como recomendado pela revista *Science*<sup>12</sup>. Desta forma, o distanciamento social inadequado em conjunto com o uso de máscaras com baixa proteção comprovada e ausência de vacinação dos alunos em salas de aula pouco ventiladas e lotação das mesmas no período em que o estado do Paraná, incluindo o município de Curitiba, apresenta um recrudescimento da pandemia

deve inflar os índices de contaminação tanto de profissionais da educação como de estudantes, representando um risco para toda a comunidade, devendo também aumentar os índices de mortalidade. De acordo com o modelo SEIR multicepas (delta + ômicron), mesmo sem o retorno escolar em fevereiro, ainda devem ocorrer em Curitiba mais de 160 óbitos por COVID-19 até o fim de fevereiro, dos quais pelo menos 4 são projetados para a faixa etária de menores de 18 anos. Além disso, espera-se que pelo menos 36 internações no mês de fevereiro sejam de menores de 18 anos, a realização do retorno escolar sem a vacinação deste público (jovens e crianças) significando um aumento de internações e óbitos. Salienta-se, que o modelo SEIR se ajustou muito bem aos dados sobre óbitos, disponibilizados pela própria prefeitura de Curitiba, o que valida a precisão do modelo. Dado o grande número excedente de vacinas da CORONAVC em estoque no estado do Paraná, recomenda-se a ampliação da vacinação dos jovens até 6 anos de idade com este imunizante, como já autorizado pela ANVISA, o que deve acelerar a imunidade coletiva pela via vacinal em toda a população da capital do Paraná.

Como uma medida fundamental a não ser dispensada, deve-se manter a obrigatoriedade da disponibilidade de aulas online, assim como turmas reduzidas, uma vez que os protocolos atualmente utilizados são questionáveis à luz da literatura científica. Destaca-se, que o Brasil se encontra em um momento crucial que definirá os rumos da pandemia, situação em que ou atingiremos a imunidade coletiva através da vacina ou podemos propiciar o surgimento de uma nova variante resistente às vacinas devido ao aumento da mobilidade urbana<sup>13</sup>. Periódicos científicos já apontaram que o discurso anti-vacinação e a defesa de medicamentos sem eficácia, como a hidroxiquina, atrapalham o controle da pandemia, de forma que prefeituras e estados devem se guiar com base na ciência e não no negacionismo ou em ideologias<sup>13</sup>.

## Referências e Notas:

1. Governo do Paraná. Cobertura Vacinal Paraná. 25/01/2022. Governo do Estado do Paraná, Secretaria de Saúde. (2022). <http://bi.pr.gov.br/COVID/index.html>
2. Vincet, M. et al. Lockdown timing and efficacy in controlling COVID-19 using mobile phone tracking. *EClinicalMedicine*. (2020). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eclinm.2020.100457>
3. Ferrante, L., Duczmal, L.H., Steinmetz, W.A. C., Almeida, A.C.L., Leão, J., Tupinambás, U., Vassão, R.C. & Fearnside P.M. 2021. Nota técnica: Reavaliação da pandemia de COVID-19 em Manaus, necessidade de medidas restritivas para conter a terceira onda. *Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) & Universidade Federal de Minas Gerais*, 15 de abril de 2021, Manaus, AM. 7 p. <https://bit.ly.co/6PAV>
4. Trawicki, M.B. Deterministic SEIRS Epidemic Model for Modeling Vital Dynamics, Vaccinations, and Temporary Immunity. *Mathem.* 5: 7 (2020) <https://doi.org/10.3390/math5010007>
5. Ferrante, L., Steinmetz, W.A. C., Almeida, A.C.L., Leão, J., Tupinambás, U., Vassão, R.C., Fearnside P.M., Duczmal, L.H. Brazil's policies condemn Amazonia to a second wave of COVID-19. *Nature Medicine*, 26: 1315 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41591-020-1026-x>
6. Ferrante, L., Duczmal, L.H., Steinmetz, W.A., Almeida, A.C.L., Leão, J., Tupinambás, U., Vassão, R.C. & Fearnside P.M. Nota técnica: Avaliação da pandemia de COVID-19 em Curitiba no estado do Paraná, necessidade de lockdown e medidas mais restritivas. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), 08 de março de 2021, Manaus, AM. 5 p. (2021). <https://bit.ly.co/5szb>
7. Ferrante, L., Duczmal, L.H., Steinmetz, W.A. C., Almeida, A.C.L., Leão, J., Tupinambás, U., Vassão, R.C. & Fearnside P.M. 2021. Nota técnica: Reavaliação da pandemia de COVID-19 em Manaus, necessidade de medidas restritivas para conter a terceira onda. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) & Universidade Federal de Minas Gerais, 15 de abril de 2021, Manaus, AM. 7 p. <https://bit.ly.co/6PAV>
8. Ferrante, L., Duczmal, L.H., Steinmetz, W.A. C., Almeida, A.C.L., Leão, J., Tupinambás, U., Vassão, R.C. & Fearnside P.M. 2021. Brazil's COVID-19 epicenter in Manaus: How much of the population has already been exposed to SARS-CoV-2?. *Journal of Racial and Ethnic Health Disparities*; DOI: 10.1007/s40615-021-01148-8 [https://www.researchgate.net/publication/354555477\\_Brazil's\\_COVID-19\\_epicenter\\_in\\_Manaus\\_How\\_much\\_of\\_the\\_population\\_has\\_already\\_been\\_exposed\\_and\\_ar\\_e\\_vulnerable\\_to\\_SARS-CoV-2](https://www.researchgate.net/publication/354555477_Brazil's_COVID-19_epicenter_in_Manaus_How_much_of_the_population_has_already_been_exposed_and_ar_e_vulnerable_to_SARS-CoV-2)
9. CDC. Guidance for COVID-19 Prevention in K-12 Schools. *CDC* (2021). <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/community/schools-childcare/k-12-guidance.html>
10. Moraes, F.G. et al. Filtration efficiency of a large set of COVID-19 face masks commonly used in Brazil. *Aerosol Science and Technology*, 55(9): 1028-1041; (2021). <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/02786826.2021.1915466>

11. WHO. Roadmap to improve and ensure good indoor ventilation in the context of COVID-19. World Health Organization (2021).  
<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/339857/9789240021280-eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
12. Brauner, J.M. et al. 2021. Inferring the effectiveness of government interventions against COVID-19. *Science*, 371, 6531: eabd9338.  
<https://science.sciencemag.org/content/371/6531/eabd9338.full>
13. Ferrante, L., Duczmal, L.H., Steinmetz, W.A. C., Almeida, A.C.L., Leão, J., Tupinambás, U., Vassão, R.C. & Fearnside P.M. 2021. How Brazil's President turned the country into a global epicenter of COVID-19. *Journal of Public Health Policy*, 42: 439–451.  
<https://doi.org/10.1057/s41271-021-00302-0>

Citar como: Ferrante, L., Capanema, E., Duczmal, L.H., Steinmetz, W.A. C., Leão, J., Almeida, A.C.L., Tupinambás, U., Vassão, R.C. & Fearnside P.M. 2022. Acompanhamento da pandemia de COVID-19 em Curitiba, estado do Paraná, cenário epidemiológico para o início de 2022 e medidas necessárias para um retorno escolar seguro. *Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ) & Universidade Federal do Amazonas (UFAM)*. Documento acessível em 25 de janeiro de 2022, Manaus, AM. 5 p.  
<https://bit.ly/35e1YYO>