

Nota técnica: Avaliação da pandemia de COVID-19 no estado do Paraná, necessidade de manutenção de medidas até avanço da vacinação

Lucas Ferrante^{1,*}, Luiz Duczmal², Wilhelm Alexander Cardoso Steinmetz³, Alexandre Celestino Leite Almeida⁴, Jeremias Leão³, Unai Tupinambás⁴, Ruth Camargo Vassão⁵, Philip Martin Fearnside⁶

¹*Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) – Programa de Biologia (Ecologia).*

²*Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).* ³*Universidade Federal do Amazonas (UFAM)*

⁴*Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ).* ⁵*Pesquisadora Aposentada do Instituto Butantan.* ⁶*Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA).*

**Autor correspondente: lucasferrante@hotmail.com*

Com pouco mais de 16.2% da população do Paraná vacinada¹, o isolamento social se mostra atualmente como a única medida preventiva com eficácia devidamente comprovada para conter a pandemia da COVID-19². O isolamento social se mostrou extremamente eficiente mesmo sem atingir os níveis indicados para frear a terceira onda de COVID-19, que Curitiba, a capital do estado atravessa³. O relaxamento do isolamento social, antes da redução significativa do número de casos de COVID-19, é apontado como causa para a ocorrência de novas ondas, com aumento do número de casos, internações e óbitos⁴.

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, nós avaliamos a situação epidemiológica causada pela COVID-19 em dez municípios do estado do Paraná, sendo eles: Cascavel, Foz do Iguaçu, Francisco Beltrão,

Guarapuava, Londrina, Maringá, Toledo, Paranavaí, Ponta Grossa e União da Vitória.

Nesta nota técnica, utilizamos um modelo SEIRS⁵ (Susceptíveis – Expostos – Infectados – Recuperados e novamente Susceptíveis), em que se considera a mobilidade urbana para o cálculo do nível de isolamento social para cada um dos municípios do presente estudo, bem com a progressão das taxas de vacinação para cada município. Os modelos consideram a ampla circulação da variante P.1 do vírus SARS-CoV-2 no Paraná, que teve sua origem na região amazônica^{6,7}. Os modelos consideram os dados epidemiológicos e taxas de imunização da população, disponibilizados pela própria prefeitura de cada um dos municípios através dos boletins diários e outros informes.

Como principal ponto, observa-se nitidamente, a partir dos dados, que a resposta dos tomadores de decisão, ao implementar medidas de contenção ou ao adotar uma postura negacionista relativo ao isolamento social, se reflete diretamente na continuidade ou na atenuação da pandemia. Por exemplo, a

cidade de Ponta Grossa teve uma diminuição no número de casos, internações e óbitos após a adoção de medidas restritivas, como restrições da mobilidade urbana por contenção do transporte público. Dentre os municípios avaliados, Foz do Iguaçu apresentou pico de casos, internações e óbitos em fevereiro e abril. Cascavel, Francisco Beltrão e Paranavaí apresentaram pico da onda em andamento em março e abril. Guarapuava, Maringá, Ponta Grossa, Toledo e União da Vitória, apresentaram o pico a atual onda no mês de março e Londrina deve enfrentar o pico da atual onda apenas no mês de maio e junho.

A cidade de Londrina apresenta a situação mais crítica dentre todos os municípios avaliados, podendo haver aumento drástico de casos até junho, com uma diminuição da onda apenas em agosto, além de manutenção de índices médios de dez mortes diárias até outubro. Embora as projeções indiquem queda de casos, óbitos e internações para os demais municípios, o afrouxamento de medidas restritivas que aumentem a circulação viral na comunidade tendem a acelerar o contágio novamente aumentando o número de casos, internações e óbitos. Através das atuais projeções, podem-se ser atingidos limiares aceitáveis para a retomada de atividades não essenciais para Ponta Grossa a partir da última semana de maio, devendo, porém, serem mantidas atualmente as medidas restritivas sob risco de novo aumento de casos, internações e óbitos. Os municípios de Cascavel, Foz do Iguaçu, Francisco Beltrão, Guarapuava, Maringá, Toledo, Paranavaí e União da Vitória, devem implementar medidas restritivas por pelo menos 21 dias para evitar novo aumento de casos,

recomendando-se a restrição da mobilidade de passageiros do transporte público e a manutenção apenas das atividades essenciais, com a finalidade da diminuição dos índices da pandemia. Para o município de Londrina, dada a situação extremamente preocupante que se projeta, recomenda-se um lockdown de 21 dias com restrição de toda a mobilidade urbana em níveis de 70% a 90%.

Legenda de gráficos por cidade

Primeiro Gráfico:

Linha Rosa: Taxa média de óbitos estimado;

Preto: Óbitos observados por dia.

Segundo Gráfico:

Laranja: contagem observada de internações diárias por COVID-19; Preto: internações diárias por COVID-19 estimadas pelo modelo SEIRS;

Verde (linha fina): internações pela cepa original estimadas pelo modelo SEIRS;

Azul (linha fina): internações pela cepa P.1 estimadas pelo modelo SEIRS;

A faixa azul claro/escuro indica o erro da projeção de internações diárias.

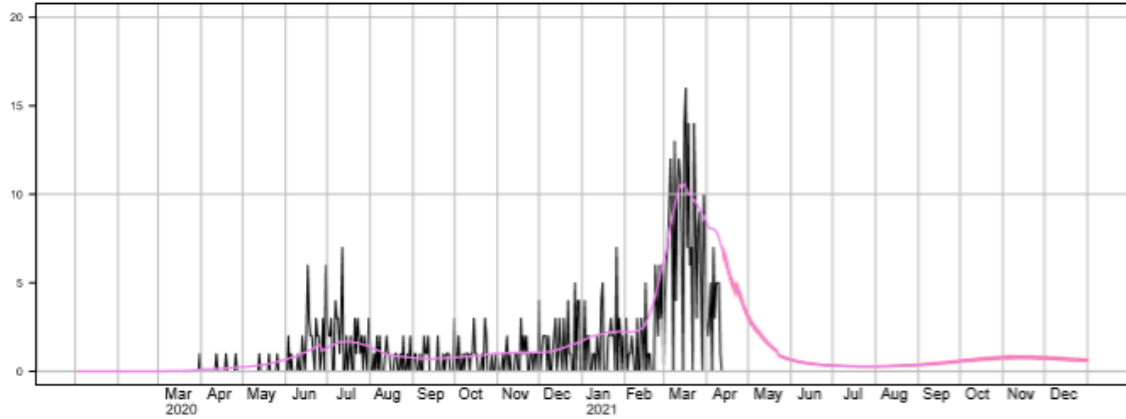
Terceiro Gráfico: Taxa de transmissão estimada a partir da mobilidade urbana.

*Limiares de alta confiabilidade dos modelos a seguir pode ser considerada até a metade do mês de junho, dado ao banco de dados atualizados. Projeções futuras após a segunda metade de junho carecem de atualizações do banco de dados e atualização dos modelos dada ao caráter dinâmico da pandemia para manter índices de alta confiabilidade.

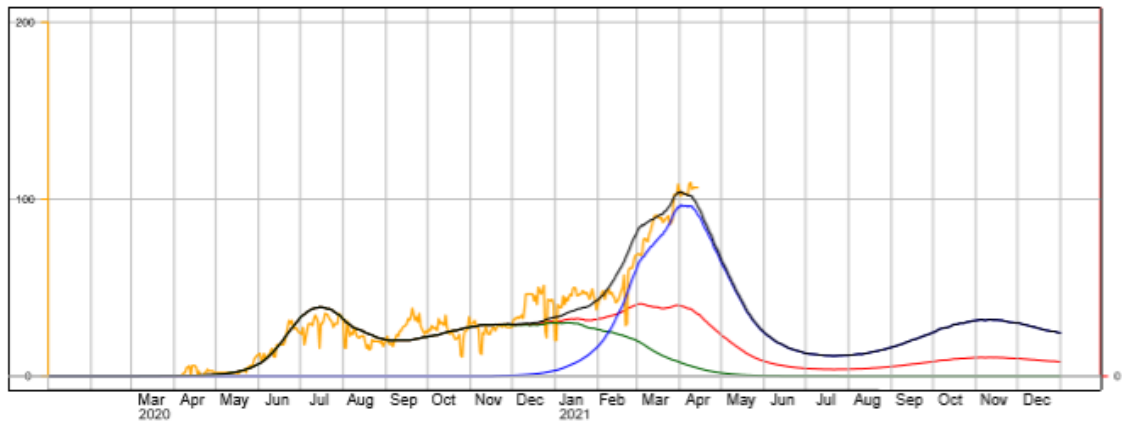
¥ Modelos da projeção de número de internações que utilizaram apenas dados de óbitos para o cálculo são aproximados e podem ter variações da média projetada.

Cascavel

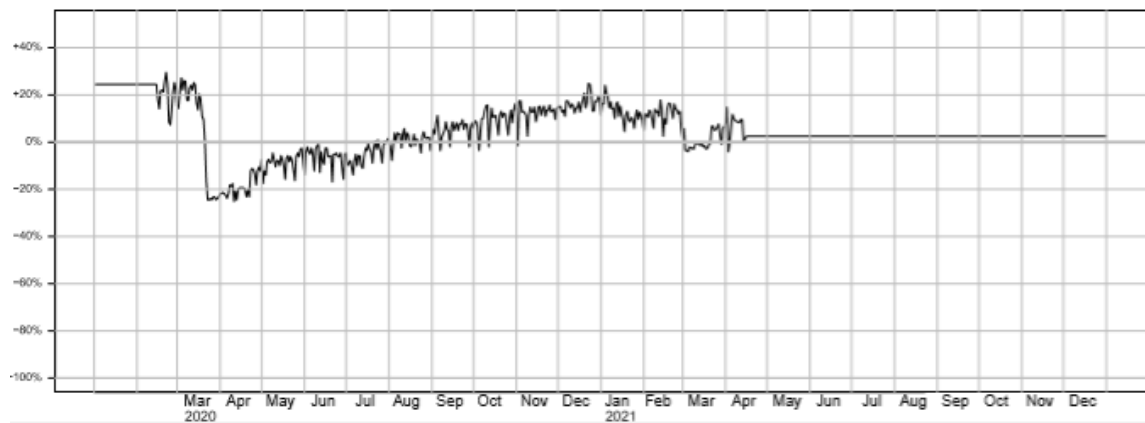
Observed and projected daily average of COVID-19 deaths



Projected number of Intensive Care Unit COVID-19 patients (black) and daily Infected Individuals (red)

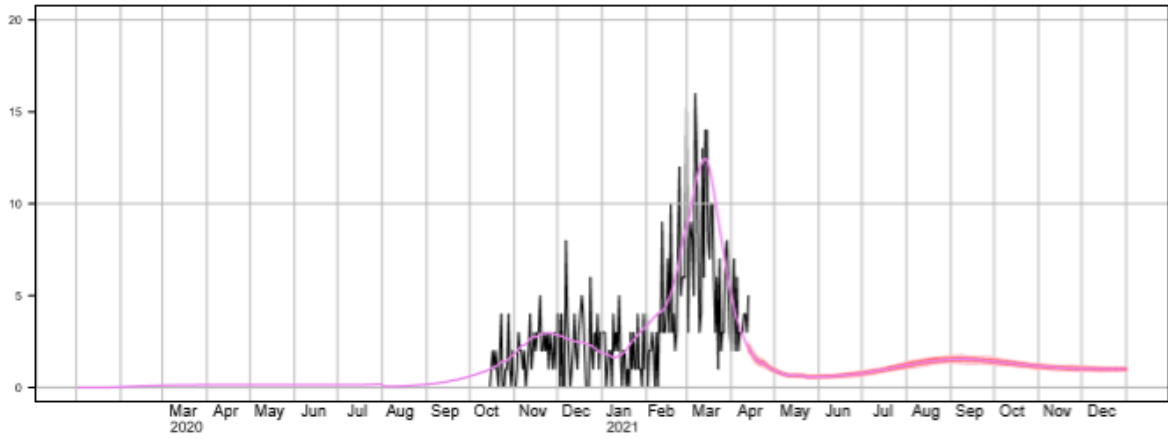


Transportation (buses) use compared to baseline (based on Mobility Reports)

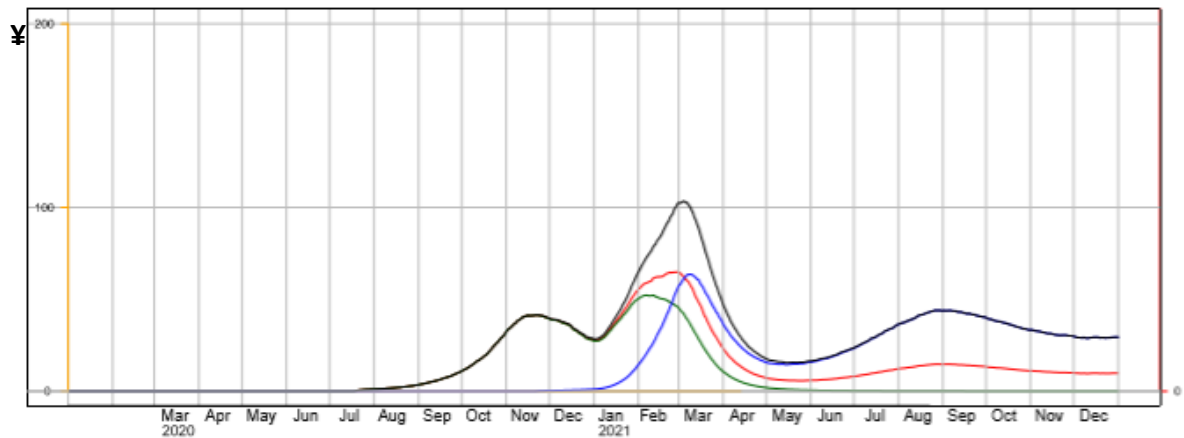


Foz do Iguaçu

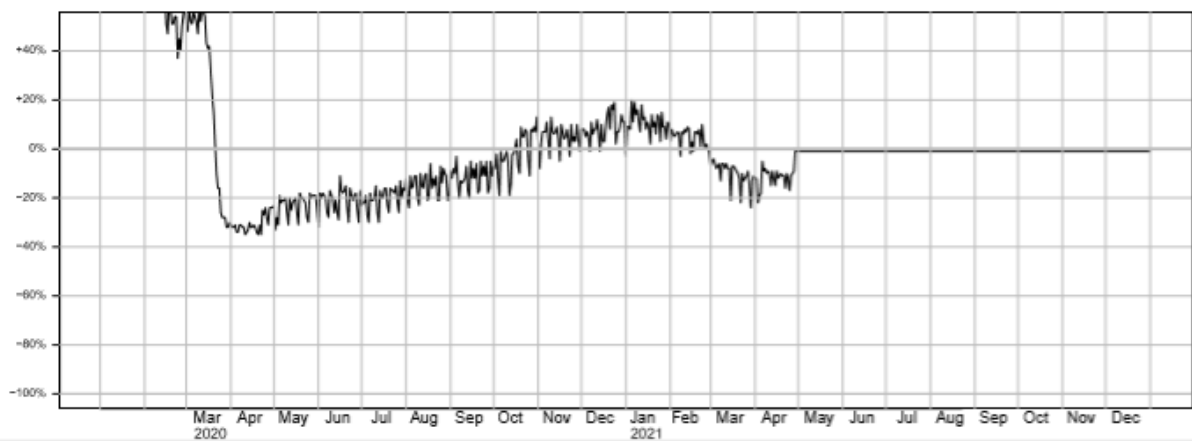
Observed and projected daily average of COVID-15 deaths



Projected number of intensive Care Unit COVID-19 patients (black) and daily infected individuals (red)

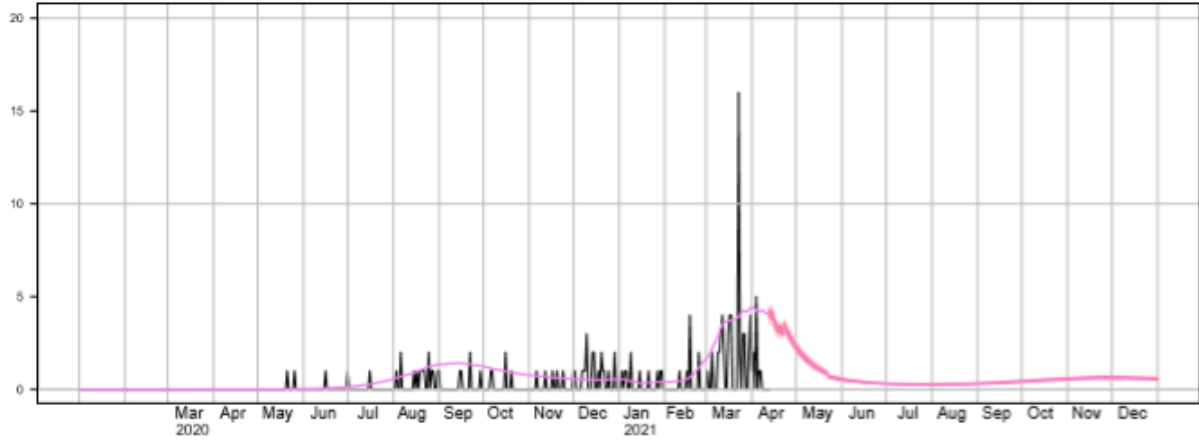


Transportation (buses) use compared to baseline (based on Mobility Reports)

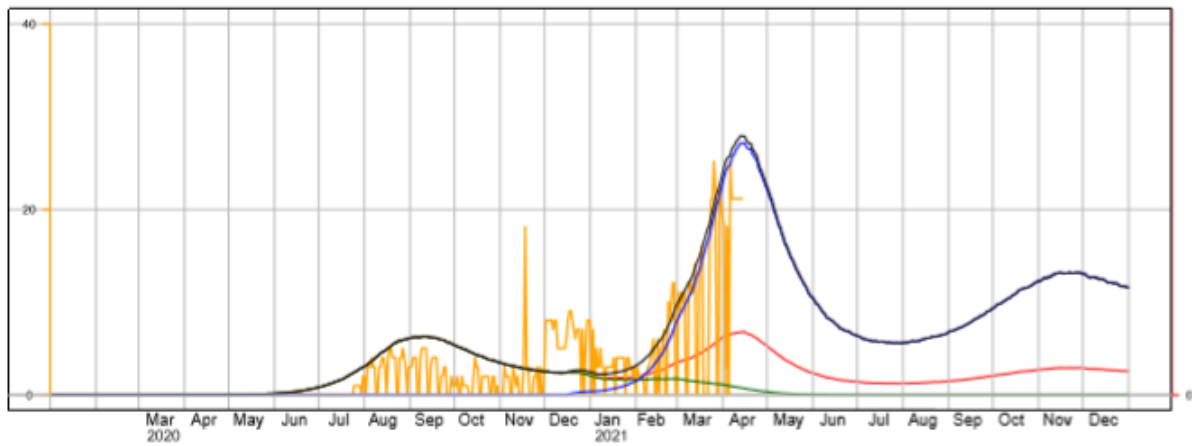


Francisco Beltrão

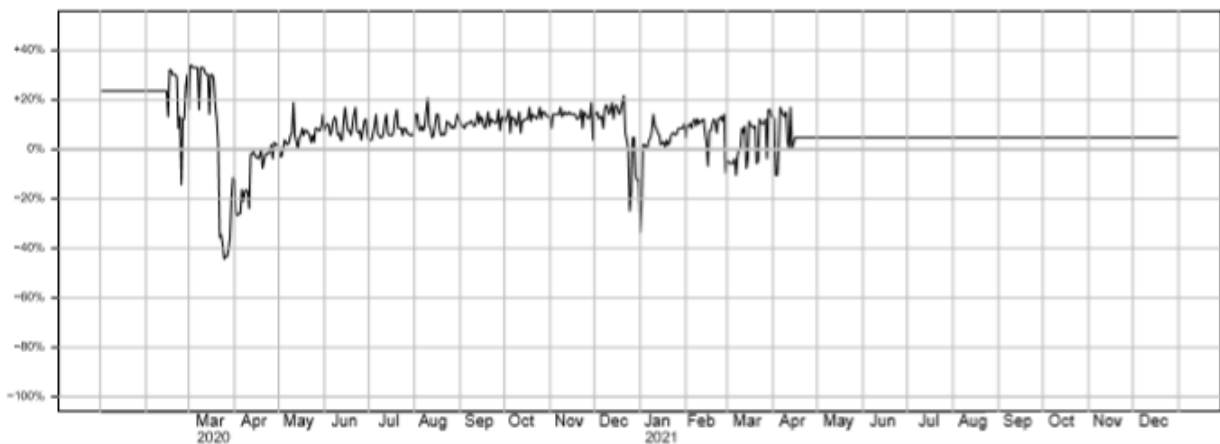
Observed and projected daily average of COVID-19 deaths



Projected number of Intensive Care Unit COVID-19 patients (black) and daily infected individuals (red)

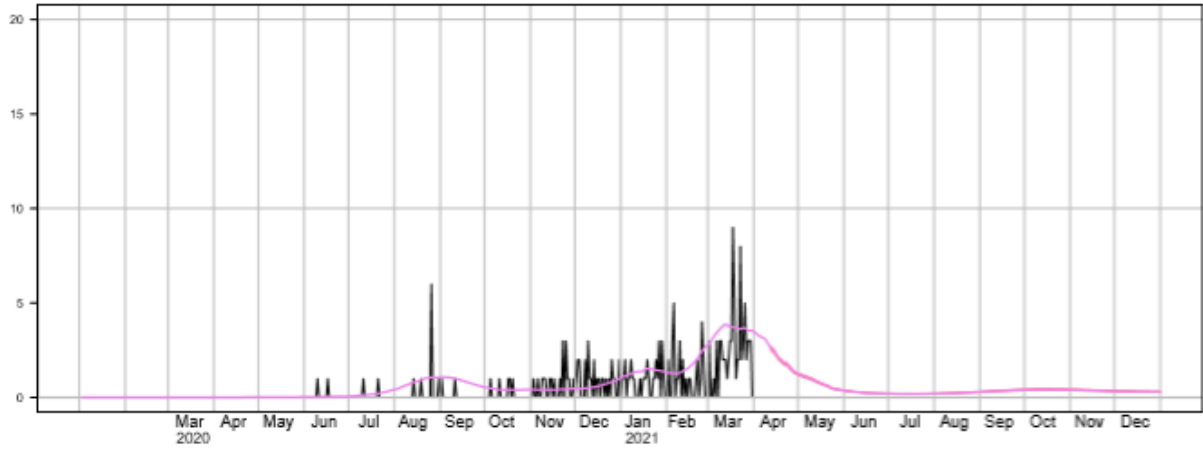


Transportation (buses) use compared to baseline (based on Mobility Reports)

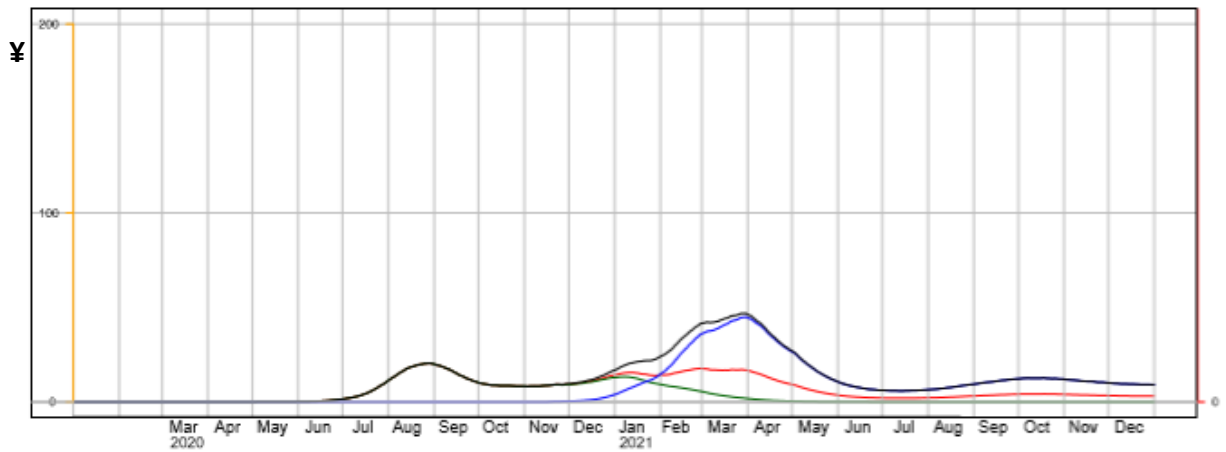


Guarapuava

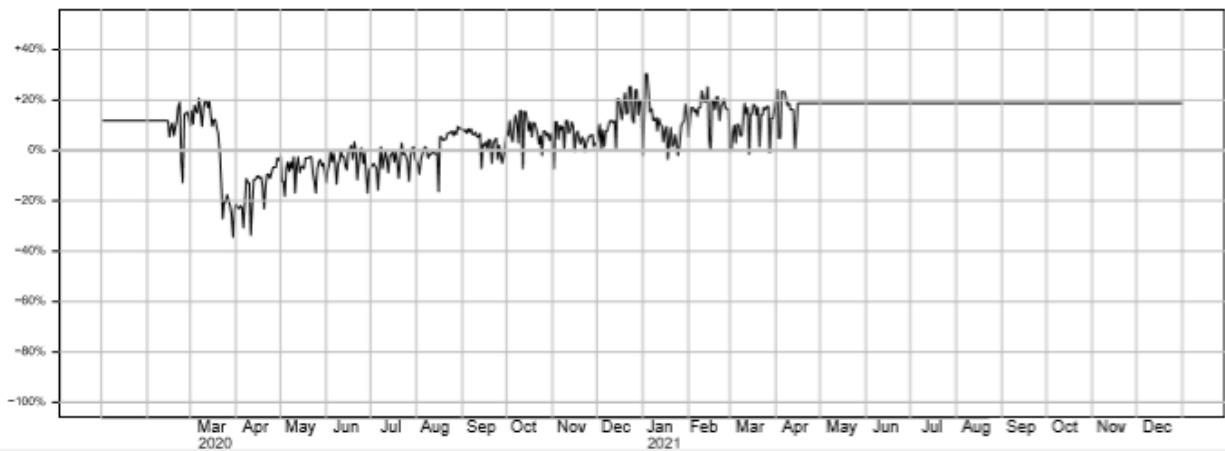
Observed and projected daily average of COVID-19 deaths



Projected number of Intensive Care Unit COVID-19 patients (black) and daily Infected Individuals (red)

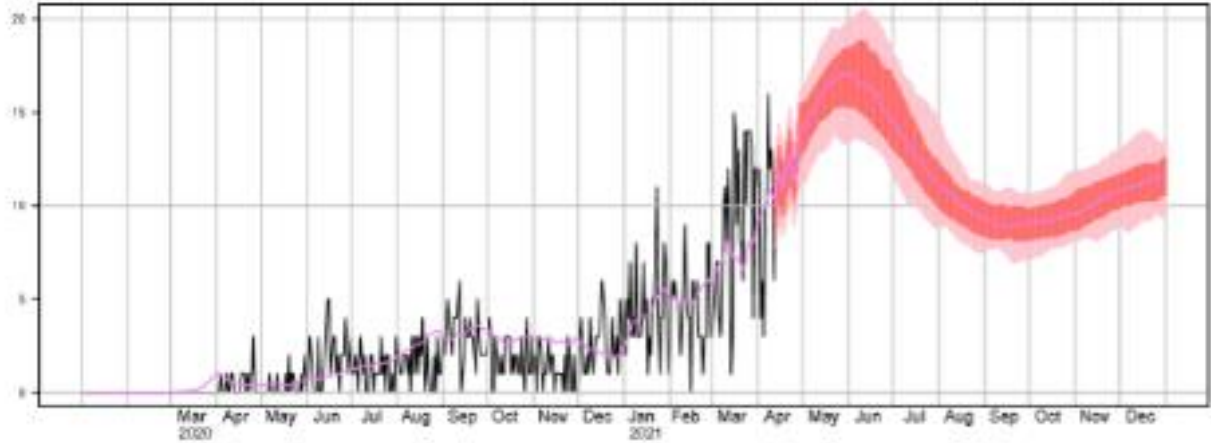


Transportation (buses) use compared to baseline (based on Mobility Reports)

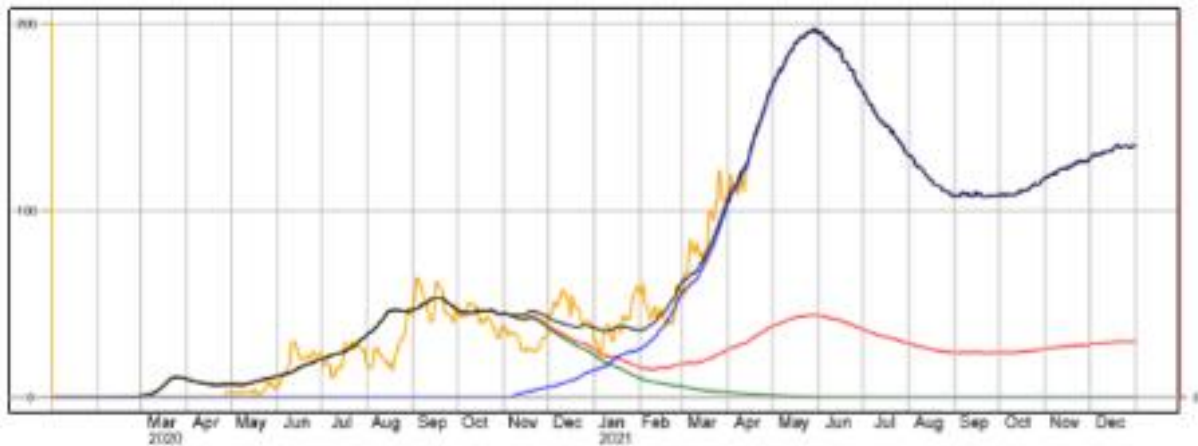


Londrina

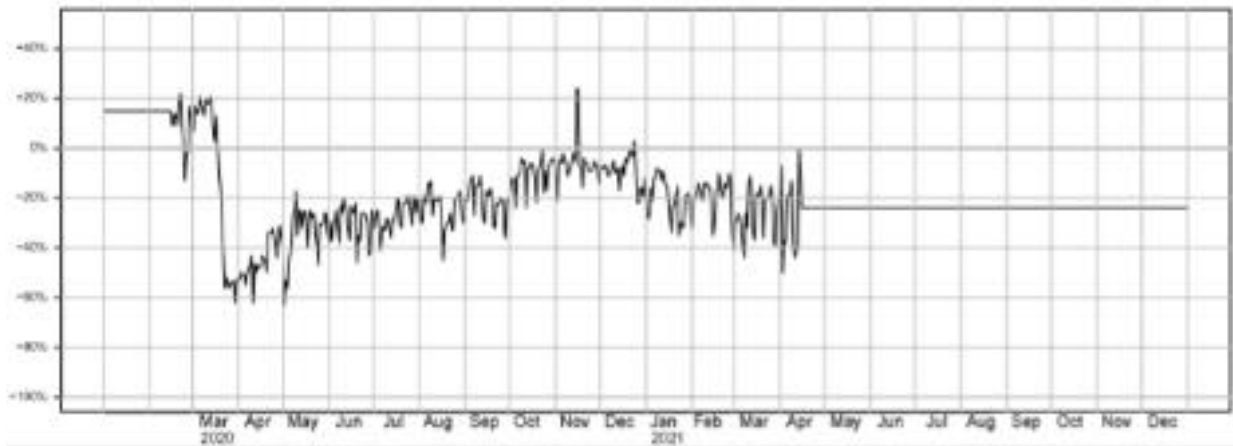
Observed and projected daily average of COVID-19 deaths



Projected number of Intensive Care Unit COVID-19 patients (black) and daily infected individuals (red)

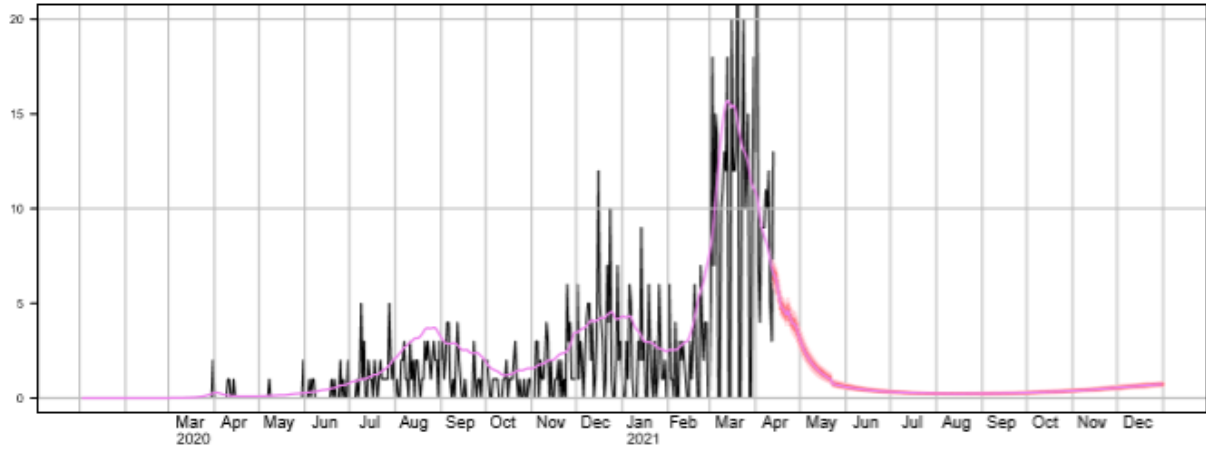


Transportation (buses) use compared to baseline (based on Mobility Reports)

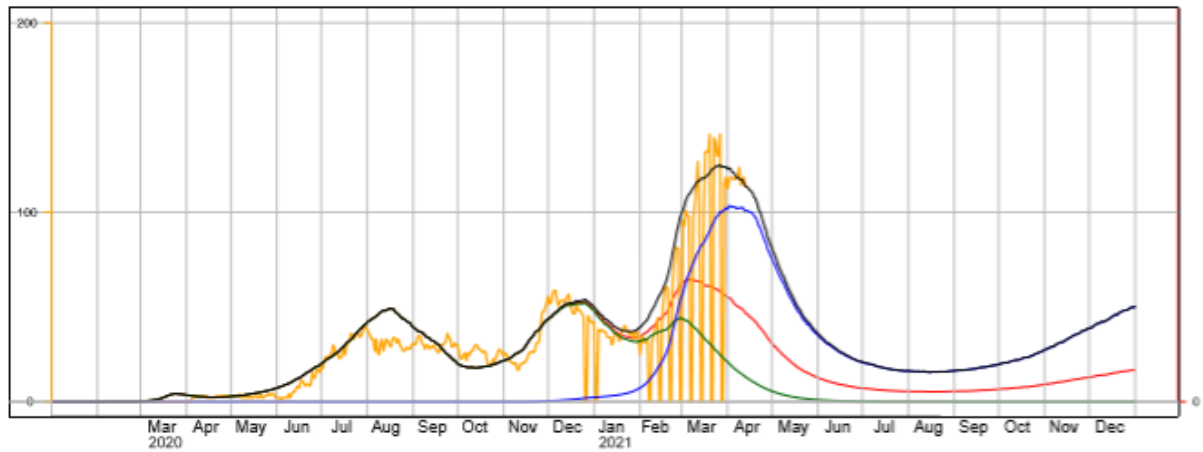


Maringá

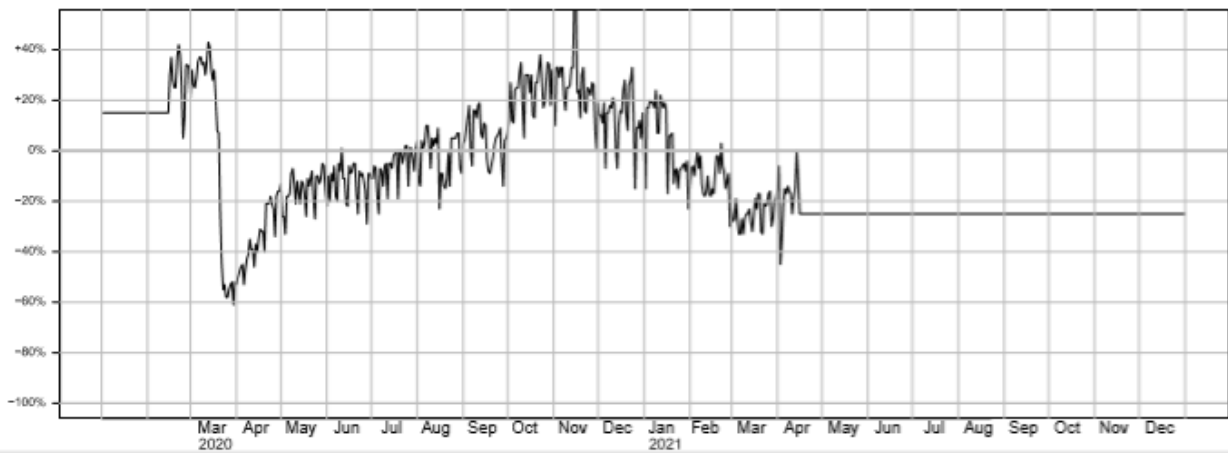
Observed and projected daily average of COVID-19 deaths



Projected number of intensive Care Unit COVID-19 patients (black) and daily infected individuals (red)

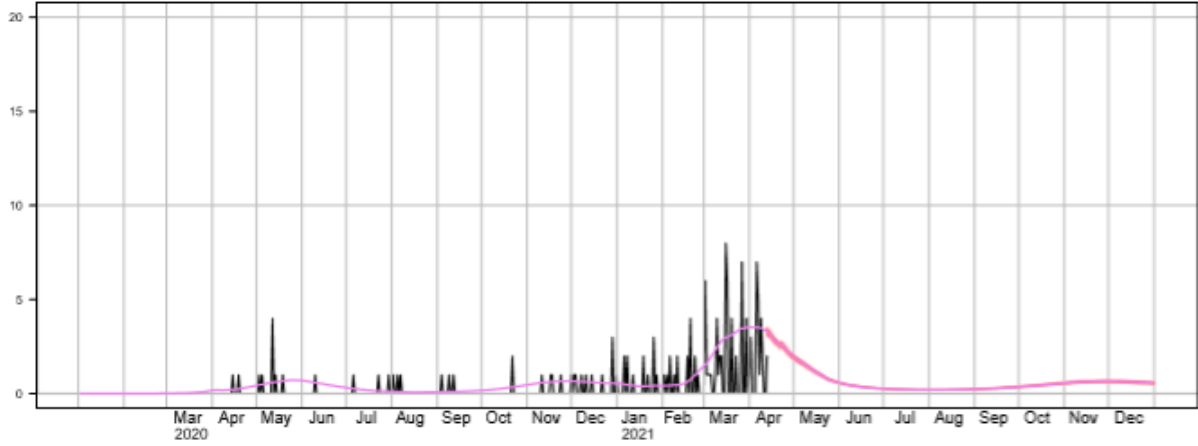


Transportation (buses) use compared to baseline (based on Mobility Reports)

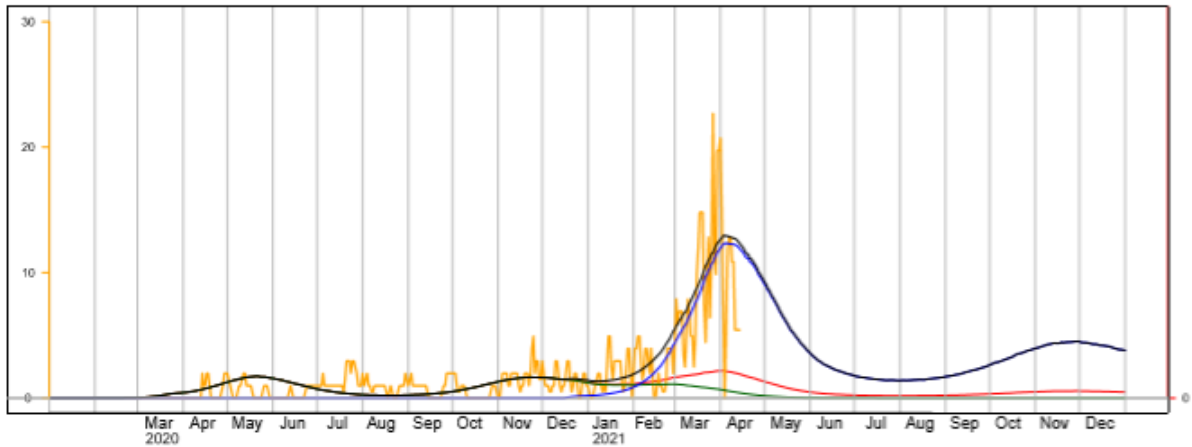


Paranavaí

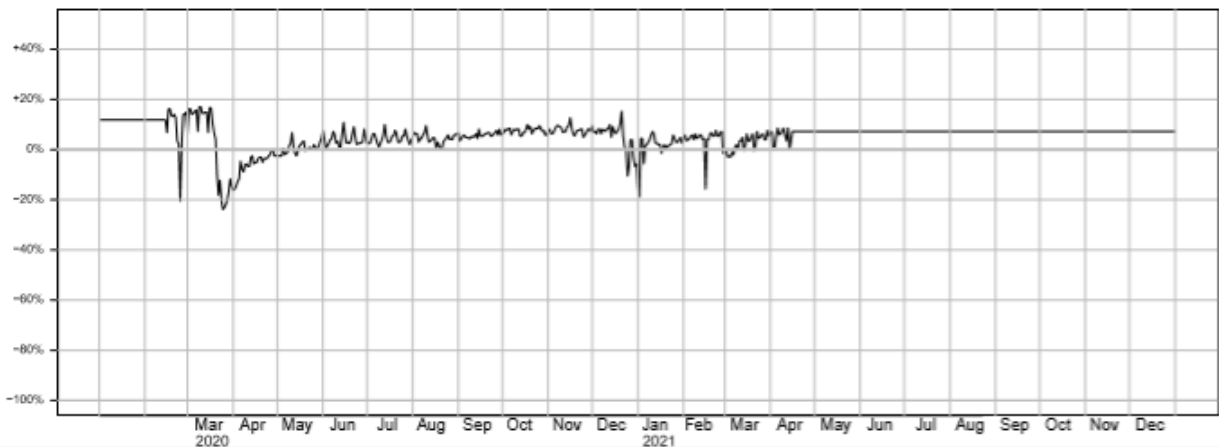
Observed and projected daily average of COVID-19 deaths



Projected number of intensive Care Unit COVID-19 patients (black) and dayly infected Individuals (red)

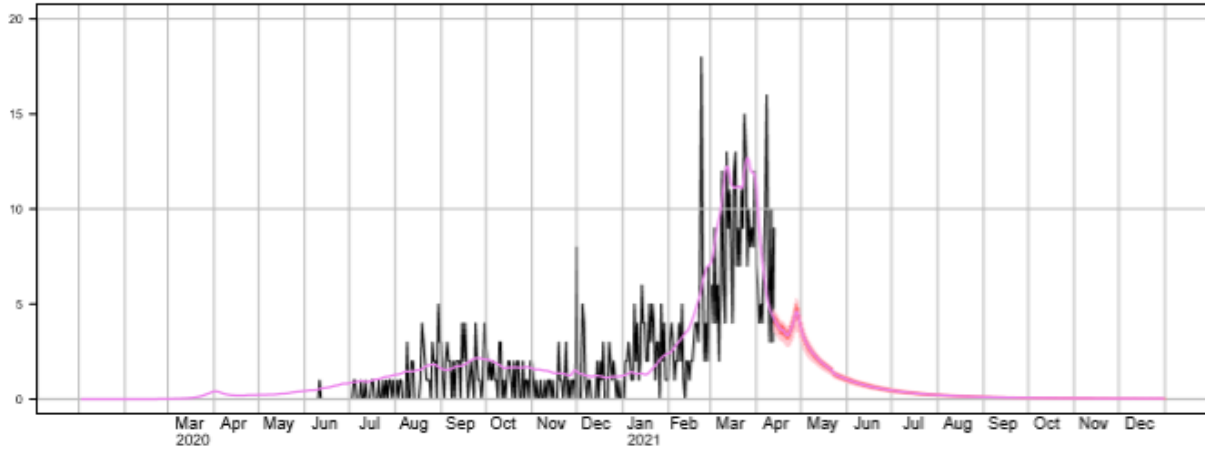


Transportation (buses) use compared to baseline (based on Mobility Reports)

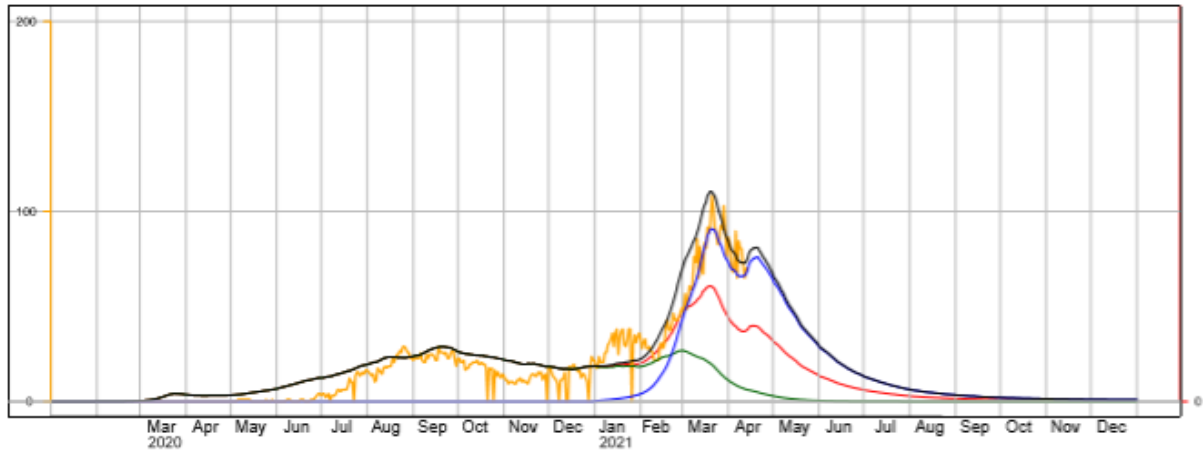


Ponta Grossa

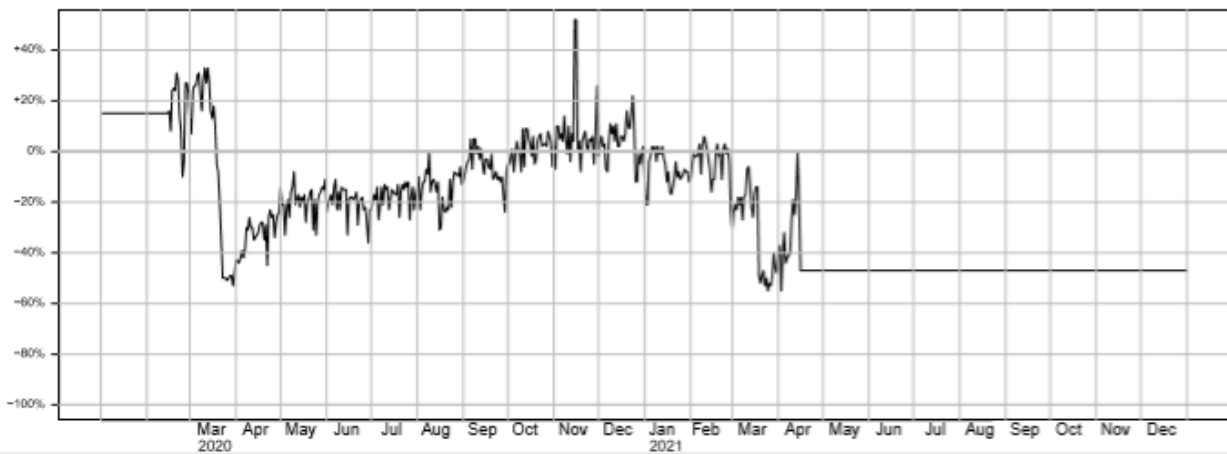
Observed and projected daily average of COVID-19 deaths



Projected number of Intensive Care Unit COVID-19 patients (black) and daily infected individuals (red)

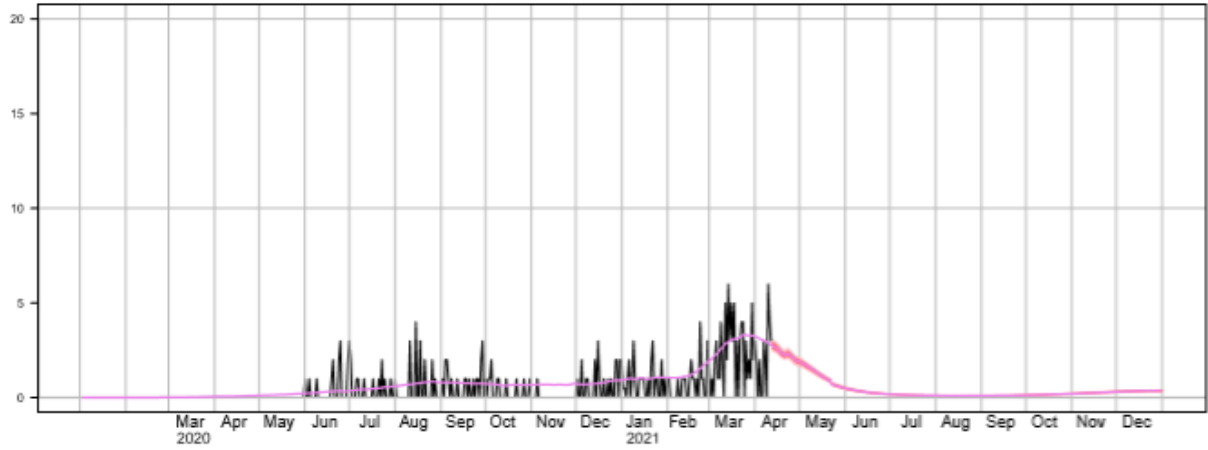


Transportation (buses) use compared to baseline (based on Mobility Reports)

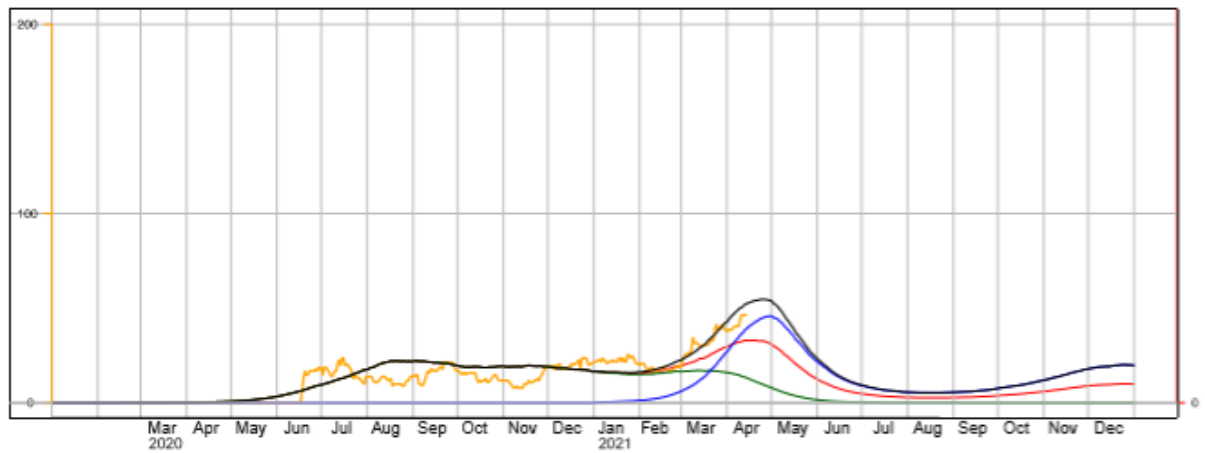


Toledo

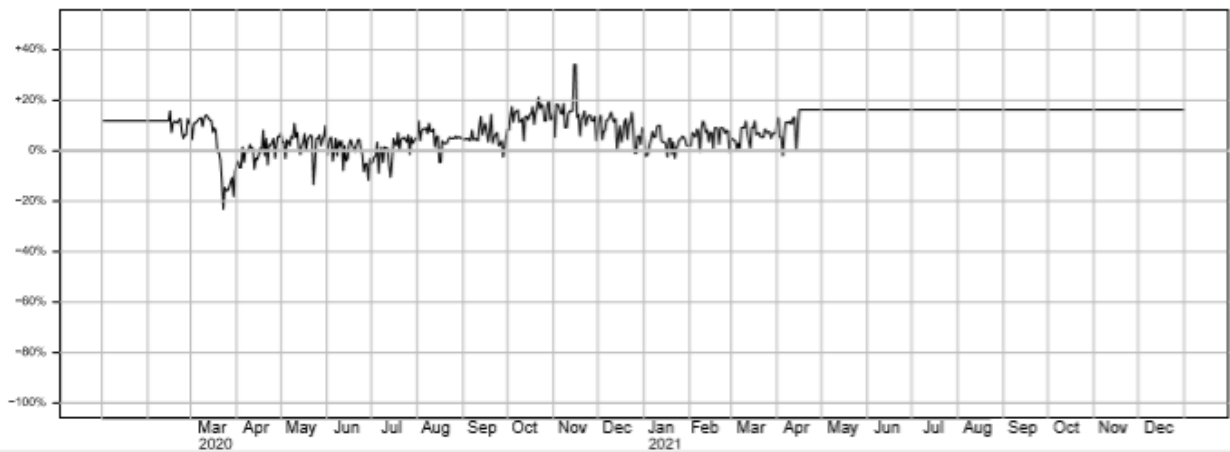
Observed and projected daily average of COVID-19 deaths



Projected number of Intensive Care Unit COVID-19 patients (black) and dayly Infected Individuals (red)

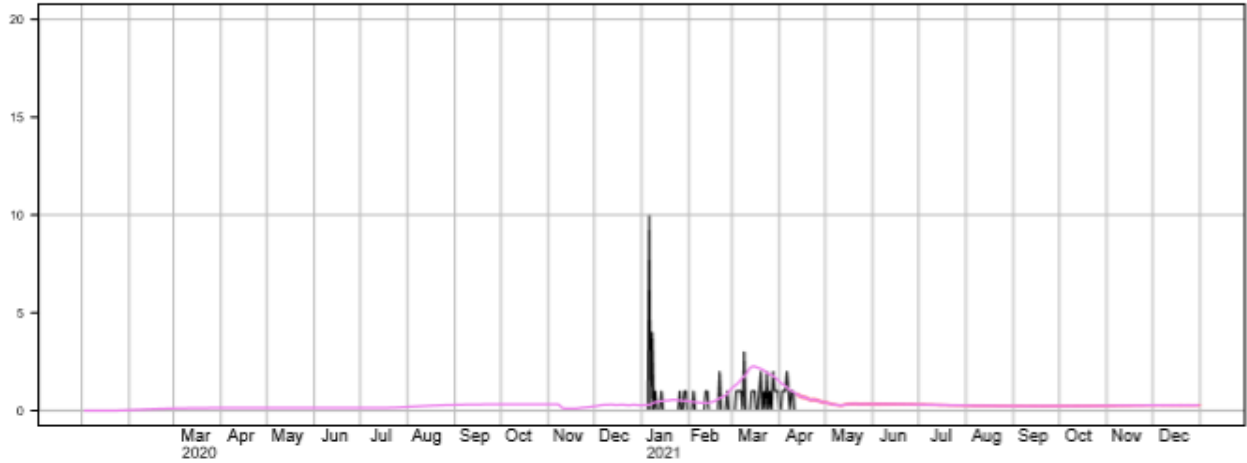


Transportation (buses) use compared to baseline (based on Mobility Reports)

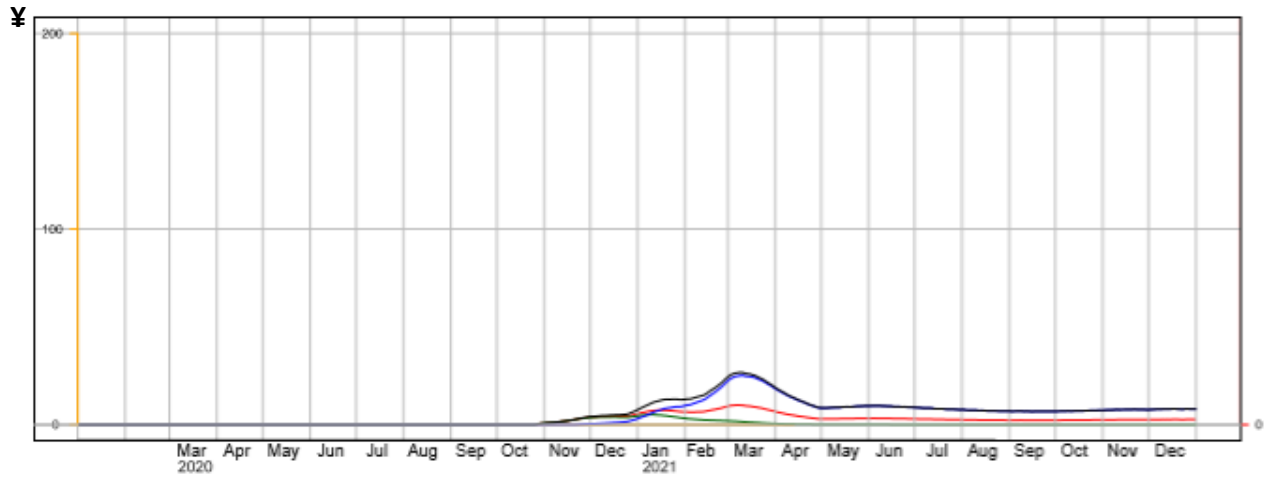


União da Vitória

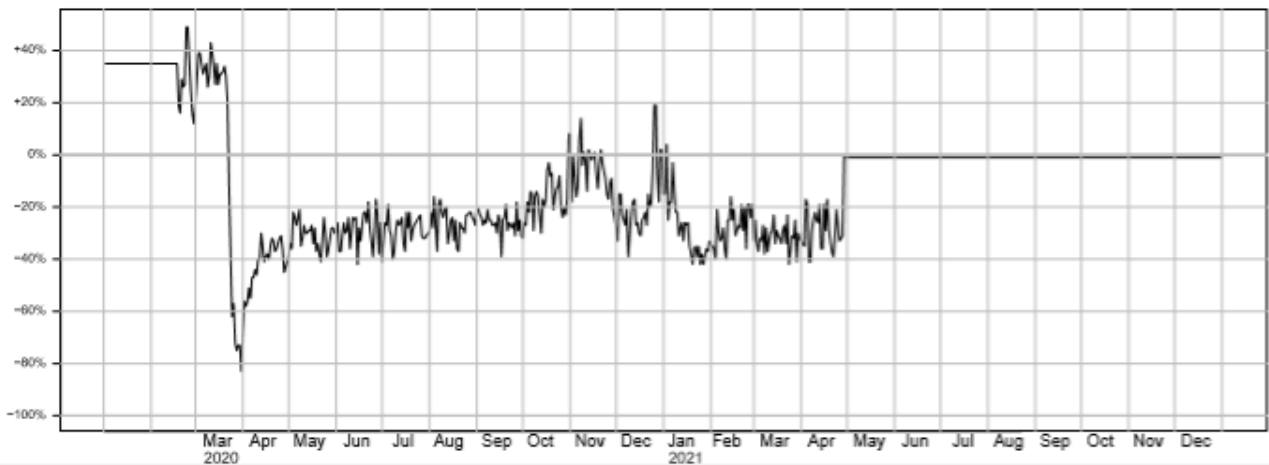
Observed and projected daily average of COVID-19 deaths



Projected number of Intensive Care Unit COVID-19 patients (black) and daily Infected Individuals (red)



Transportation (buses) use compared to baseline (based on Mobility Reports)



A situação que se projeta para o estado do Paraná ainda é de continuidade da terceira onda para o mês de maio, apesar de alguns municípios já terem vivenciado o pico de casos, internações e óbitos da presente onda e apresentarem recrudescimento da curva epidemiológica em relação aos meses de março e abril.

O relaxamento do distanciamento social neste momento, além do retorno das aulas nas modalidades presencial ou híbrida, deve agravar a situação dos municípios, aumentando o número de casos, internações e óbitos em municípios que já experimentam queda destes parâmetros. Destaca-se exemplos como Portugal, cuja situação fora classificada como satisfatória, mas apresentou recordes de internações e óbitos após recorde de mortes por COVID-19 causados pelo retorno escolar⁸. Destacamos ainda que o periódico científico *Science*, um dos mais prestigiados periódicos científicos do mundo, destacou em estudo científico que avaliou dados de 41 países que fechamentos de escolas e universidades são as medidas que mais contribuem para o controle da pandemia, tendo maior impacto na contenção de casos, transmissão comunitária, internações e óbitos que a retomada de atividades não essenciais⁹.

Pseudo-estudos, como o realizado pelo instituto Vozes da Educação em agosto de 2020¹⁰, se mostram falhos e com metodologias inadequadas ou tendenciosas para se avaliar a segurança do retorno às aulas presenciais. Em outros estudos que alegaram tal segurança, os autores excluíram deliberadamente dados que apontariam para o risco da retomada de aulas¹¹.

Escolas na Suécia relataram contaminação de um quarto dos funcionários após o retorno presencial e excesso de mortes de crianças entre 7 e 16 anos que totalizaram um aumento em relação à média histórica¹¹. Embora a maioria das vítimas fatais de COVID-19 sejam adultos, as crianças possuem carga viral equivalente aos adultos, sendo também transmissores do SARS-CoV-2¹², o que coloca em risco pais, avós, professores e funcionários. Especialistas apontaram no periódico científico *Science* que o retorno precoce tende a aumentar o risco de contaminação na comunidade¹¹.

A inviabilidade do retorno presencial ou híbrido para o estado do Paraná é respaldado pelo modelo SEIRS, onde pode-se esperar novo aumento de casos com tal retorno, atingindo patamares equivalentes aos observados em março, mesmo para os municípios que já apresentaram recrudescimento da terceira onda de COVID-19 que o Paraná vivencia. Destacamos ainda que medidas mais restritivas têm se mostrado extremamente eficientes em conter a pandemia de COVID-19, como observados aqui para o município de Ponta Grossa. O exemplo de ouvir a ciência deve ser seguido para outros municípios, uma vez que evidências científicas sobrepujam o negacionismo ou opiniões políticas. Com base nos modelos epidemiológicos do tipo SEIRS realizados para os dez municípios do presente estudo, apontamos para a eficiência de medidas restritivas, pouco avanço da vacinação do estado do Paraná podendo ocorrer novo aumento de casos, internações e óbitos, mesmo em municípios que estão apresentando recrudescimento da pandemia, devido ao afrouxamento de medidas restritivas e à adoção de medidas

que aumentem a circulação viral, como o retorno das aulas presenciais. O modelo SEIRS aponta que medidas como a retomada de aulas presenciais ou híbridas podem ser consideradas seguras após a vacinação de 70% da população. Medidas que tentem estabelecer novas flexibilizações a partir de junho devem ser confrontadas previamente com novas projeções do modelo SEIRS. Algumas atividades, como o retorno das aulas presencial ou híbrido, tornam-se inviáveis

dadas às baixas taxas de vacinação. A literatura científica aponta que ignorar as medidas restritivas indicadas com base nos modelos do tipo SEIR tendem a propiciar novo aumento de casos⁴. 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 da variante P1^{13,14,15}.

Referências e Notas

1. Governo do Paraná. Coronavírus (COVID-19) Informe Epidemiológico 03/05/2021. Paraná Governo do Estado, Secretaria de Saúde. (2021). https://www.saude.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/documento/2021-05/informe_epidemiologico_03_05_2021.pdf
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. Nota técnica: Reavaliação da pandemia de COVID-19 em Curitiba, resultados do isolamento social implementado e necessidade de manutenção de medidas restritivas. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) & Universidade Federal de Minas Gerais, 08 de abril de 2021, Manaus, AM. 4 p. (2021).
4. López, L., Rodó, X. The end of social confinement and COVID-19 re-emergence risk. *Nature Human Behaviour* 4, 746–755 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41562-020-0908-8>
5. 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>
6. Naveca, F. et al. Phylogenetic relationship of SARS-CoV-2 sequences from Amazonas with emerging Brazilian variants harboring mutations E484K and N501Y in the Spike protein. *virological.org*. (2021). <https://bit.ly.co/5Chi>
7. Naveca, F. & C. F. Costa C.F. Caracterização genética do SARS-CoV-2 circulante no Estado do Amazonas. *FioCruz/FVS* (2021). <https://amz.run/4GZF>

8. O Globo. Portugal fecha escolas e universidades após recordes consecutivos de mortes por Covid-19. *O Globo*, 21 de janeiro de 2021.
<https://oglobo.globo.com/mundo/portugal-fecha-escolas-universidades-apos-recordes-consecutivos-de-mortes-por-covid-19-24848724>
9. 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>
10. Vozes da Educação. Levantamento internacinal de retomada das aulas presenciais. *Vozes da Educação* (2020). http://vozesdaeducacao.com.br/wp-content/uploads/2020/10/Levantamento-internacional_Retomada-presencial-das-aulas.pdf
11. Vogel, G. Data in paper about Swedish schoolchildren come under fire. *Science*, 371: 973-974 (2021). <https://science.sciencemag.org/content/371/6533/973/tab-article-info>
12. Madera, S. et al. Nasopharyngeal SARS-CoV-2 viral loads in young children do not differ significantly from those in older children and adults. *Scientific Reports*, 11:3044 (2021). <https://www.nature.com/articles/s41598-021-81934-w>
13. 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>
14. 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://bityl.co/5szb>
15. 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://bityl.co/6PAV>

Citar como: 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: Avaliação da pandemia de COVID-19 no estado do Paraná, necessidade de manutenção de medidas até avanço da vacinação. *Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) & Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)*. 05 de Maio de 2021, Manaus, AM. 15 p. <https://bityl.co/6ioG>