

NOTA TÉCNICA – 28/06/2021

---

# SITUAÇÃO E EVOLUÇÃO DA PANDEMIA DE COVID-19 NO PARÁ

---

## **EQUIPE**

- Dr. Aloísio S. Nascimento Filho – Centro Universitário SENAI CIMATEC, Salvador
- Dr. Antônio Carlos Guimarães de Almeida – Laboratório de Neurociência Experimental e Computacional, Departamento de Engenharia de Biosistemas/UFSJ
- Me. Antônio José Assunção Cordeiro – Projeto Coronavidas, SENAI CIMATEC, Unopar Candeias e IFBA
- Dr. Fulvio Alexandre Scorza, Departamento de Neurologia e Neurocirurgia, Escola Paulista de Medicina/UNIFESP
- Dr. Jefferson Oliveira do Nascimento – Grupo de estudos e pesquisas sobre a COVID-19/UFES e Educação Tecnológica/PA
- Dr. José Fernando F. Mendes, Departamento de Física & I3N, Universidade de Aveiro, Portugal
- Dr. Marcelo A. Moret – Projeto Coronavidas, SENAI CIMATEC e UNEB
- Dr. Tarcísio M. Rocha Filho – Núcleo de Altos Estudos Estratégicos para o Desenvolvimento-CIFMC e Instituto de Física/UnB
- Dr. Walter Massa Ramalho – FCE e Núcleo de Medicina Tropical/UnB

# 1 INTRODUÇÃO

A COVID-19 é uma doença grave causada pelo vírus SARS-CoV-2, da classe dos coronavírus, que teve o primeiro caso reportado em dezembro de 2019 e se alastrou pelo mundo. Hoje presente em todos os países, conta com um registro com mais de 178 milhões de casos e ultrapassando três milhões e 800 mil mortes [1]. O primeiro caso registrado no Brasil ocorreu na cidade de São Paulo em 26 de fevereiro de 2020, tendo se alastrado desde então para todos os estados brasileiros. Hoje o Brasil é um epicentro da pandemia, ocupando o segundo lugar mundial no total de casos e mortes, contabilizando até a presente data cerca de 18 milhões 400 mil casos e 514 mil mortes. O Brasil ocupa hoje a 10ª posição em mortes por milhão de habitantes entre todos os países do mundo.

No Brasil a pandemia passou por uma primeira onda nos meses de julho a setembro de 2020, e posteriormente apresentando queda no número de casos novos por semana. Já em 2021 ocorreu uma segunda onda muito mais devastadora, com lotação de UTIs em vários locais. Tal situação decorre não apenas, como foi observado em muitos outros países, de uma sistemática queda dos níveis de isolamento social, mas também da ausência de campanhas de esclarecimento e uma falsa sensação de segurança disseminada na população. O quadro é ainda muito preocupante por conta das dificuldades em adotar medidas mais duras de mitigação da pandemia, como o fechamento de atividades não essenciais, única arma efetiva até termos uma grande parcela da população vacinada, o que ainda levará boa parte deste ano, e possivelmente adentrando em 2022.

## 2 DADOS DE CASOS E ÓBITOS

A presente análise é baseada em dados oficiais atualizados até 28/06/2021 acessados no sítio do Ministério da Saúde: <https://covid.saude.gov.br/>. O número de casos por 100 mil habitantes nos sete dias anteriores e o número de mortos para cada milhão de habitantes estão na figura 1.

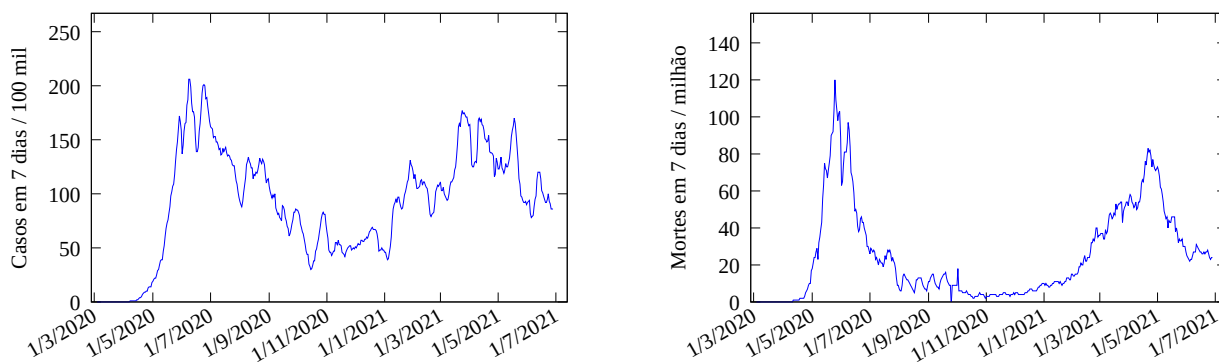


Figura 1: Esquerda: Casos novos de COVID-19 para cada 100 mil habitantes no Pará em função da data, com dados atualizados em 28/06/2021. Direita: Mortes para cada milhão de habitantes nos sete dias anteriores no Pará.

## 3 MEDIDA DE TRANSMISSÃO DO VÍRUS – NÚMERO DE REPRODUÇÃO BÁSICO $R_t$

O estágio da pandemia também é comumente caracterizado pelo número de reprodução básico  $R_t$ , que varia no tempo, e é definido como sendo o número médio de pessoas infectadas por um indivíduo com o vírus ao longo de todo o tempo que permanece contagioso. Caso o valor de  $R_t$  seja menor que 1, a pandemia está contida, e o número de infectados, e consequentemente o de

óbitos, diminui com o tempo. Por outro lado, se  $R_t$  for maior que 1, significa que a pandemia está em expansão. O valor estimado de  $R_0$  para o SARS-CoV-2, o número de reprodução básico no início da pandemia na ausência de qualquer medida de controle, é próximo a 3 [4].

A nossa estimativa para  $R_t$  é obtida a partir de um modelo epidemiológico, ajustado utilizando a série temporal do número de mortes. O modelo fornece então uma estimativa para o número real de casos, com os quais calculamos  $R_t$  conforme descrito em [12]. É sabido que a subnotificação de casos é importante em todo o mundo, principalmente pela limitação da testagem. O Brasil tem testado muito pouco e isso implica em limitações na determinação do número real de casos de COVID-19. A figura 2 mostra a evolução de  $R_t$  calculado a partir do número total de casos estimado a partir do número de mortos conhecendo a mortalidade por faixa etária..

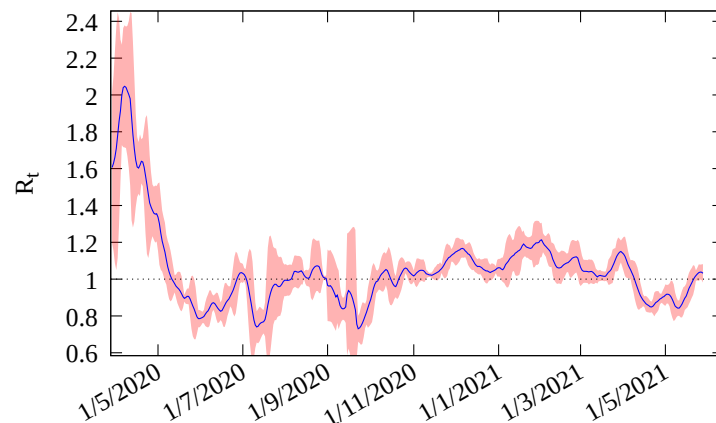


Figura 2: Número de reprodução básico  $R_t$  a partir do número total de mortes no Pará , até a data de 28/06/2021 . O valor atual é de 1.03 .

## 4 POPULAÇÃO JÁ EXPOSTA AO VÍRUS

Os percentuais da população já infectada pelo vírus em cada estado são estimados a partir de nosso modelo epidemiológico, que por sua vez é ajustado a partir do número oficial de mortes.

É importante observar que um aumento na mortalidade, causado seja por novas variantes do vírus como pela falta de atendimento hospitalar adequado resultante da lotação observada em muitos locais no país durante a segunda onda da pandemia, pode causar uma superestimativa no percentual da população já infectada. Os valores elevados em alguns locais também podem estar indicando um número importante de reinfecções, seja por novas variantes que conseguem contornar os anticorpos da variante inicial, seja pela queda natural da imunidade adquirida em infecção anterior.

**Dessa forma os percentuais indicados não podem ser utilizados diretamente para estimar se estamos ou não perto da dita imunidade de rebanho, que perde sentido pela possibilidade de reinfecção e só pode ser atingida por vacinação adequada.**

Nossa estimativas estão dadas na tabela abaixo.

AC	AL	AP	AM	BA	CE	DF	ES	GO	MA	MT	MS	MG	PA
30%	31%	39%	52%	30%	44%	73%	61%	68%	24%	85%	79%	52%	28%
PB	PR	PE	PI	RJ	RN	RS	RO	RR	SC	SP	SE	TO	
40%	58%	32%	38%	64%	34%	53%	56%	53%	49%	64%	49%	53%	

Tabela 1: Estimativa do percentual da população já infectada pelo vírus SARS-CoV-2, incluindo casos assintomáticos, em cada unidade da federação.

## 5 ISOLAMENTO SOCIAL

Como medida do grau de isolamento utilizamos os dados do tempo de permanência em diferentes locais, medido pela variação percentual com relação à linha de base do período de 3 de janeiro a 6 de fevereiro de 2020, e disponibilizado pela Google no seguinte endereço *WEB*: <https://www.google.com/covid19/mobility/>. A figura 5 à esquerda apresenta os valores médios mensais desses dados. Definimos um índice de isolamento como a média ponderada de cada um dos seguintes valores (o peso é o número entre parêntesis): locais de trabalho (-9/24), áreas residenciais (+12/24), varejo e lazer (-0,5/24), mercados e farmácias (-1/24), parques (-0,5/24), estações de transporte público (-1/24). A evolução desse índice com o tempo no Pará está mostrada na figura 5 à direita.

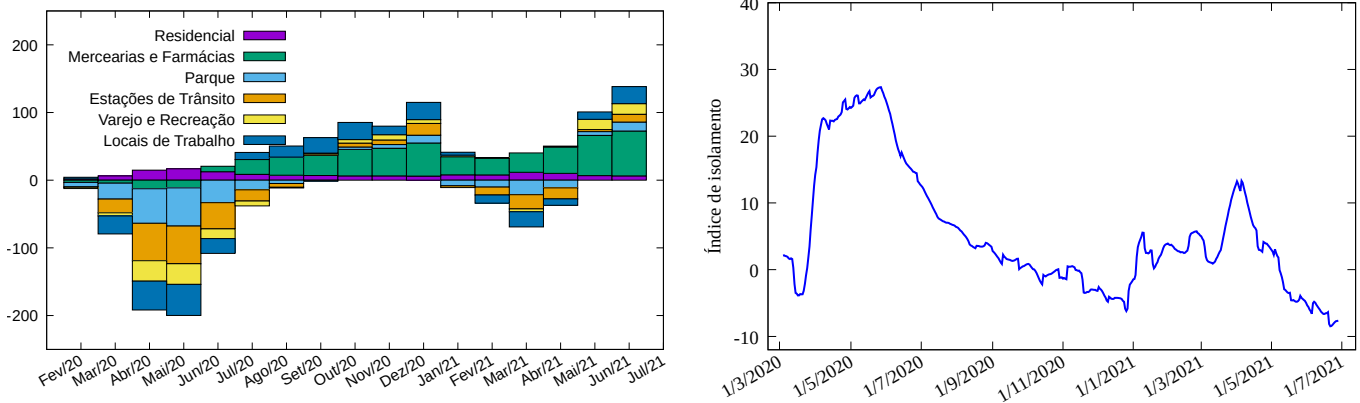


Figura 3: Esquerda: Variação percentual do tempo de permanência em cada categoria medida pela Google no Pará. Direita: Índice de isolamento (vide texto).

## 6 VACINAÇÃO ATÉ O PRESENTE

Os dados de vacinação no Brasil estão disponíveis na página *WEB* do ministério da saúde <https://opendatasus.saude.gov.br/dataset/covid-19-vacinacao> e representados de forma sucinta nas figuras abaixo.

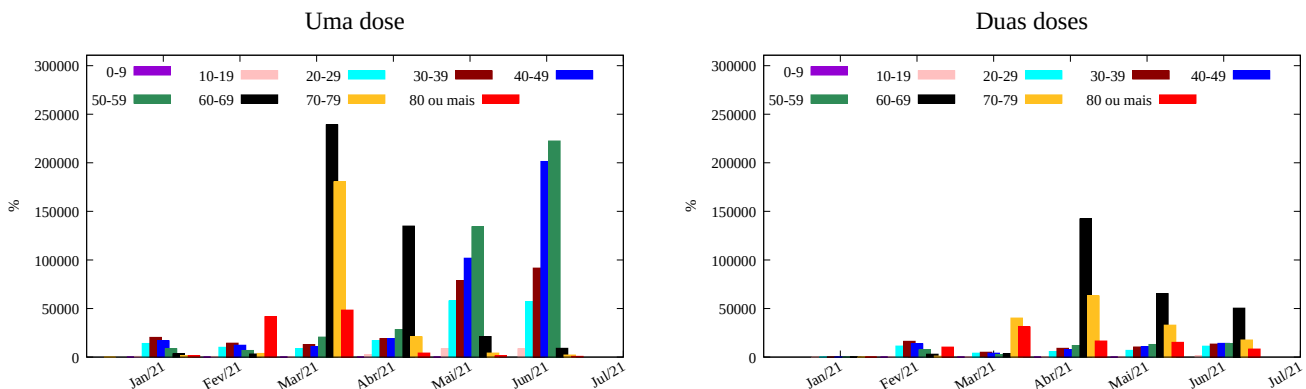


Figura 4: Esquerda: Número de pessoas vacinadas com uma dose por faixa etária. Direita: Número de pessoas vacinadas com duas doses por faixa etária.

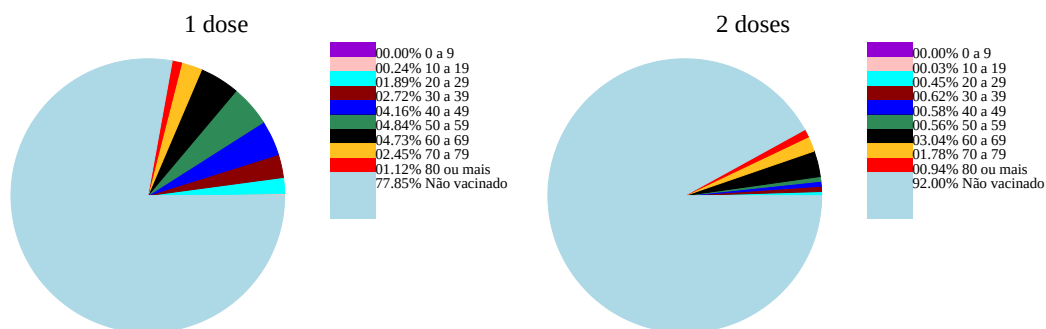


Figura 5: Percentual, com relação à população total, de pessoas vacinadas por faixa etária com uma e duas doses.

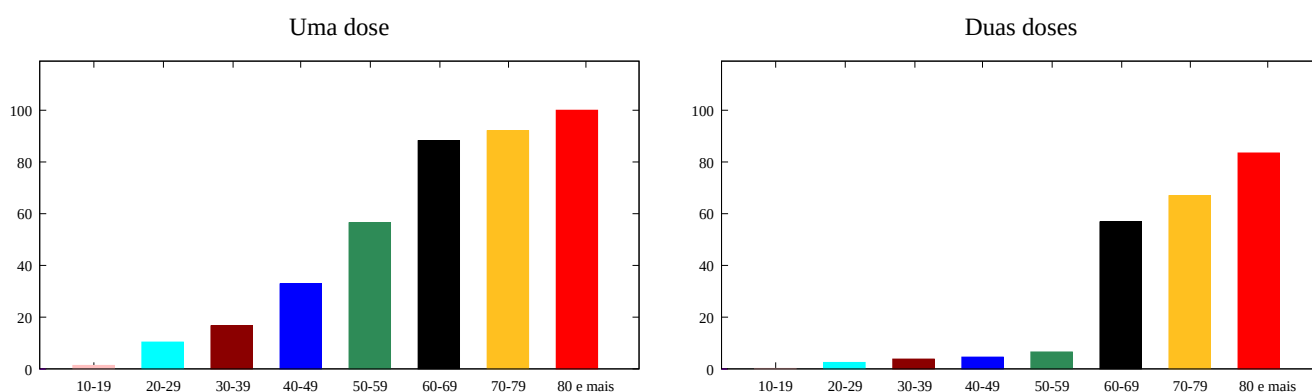


Figura 6: Esquerda: Percentual das pessoas vacinadas com uma dose em diferentes faixas etárias. Direita: percentual de vacinados com duas doses.

## 7 PROGNÓSTICOS COM VACINAÇÃO

Os prognósticos aqui apresentados foram obtidos com o ajuste do modelo epidemiológico já apresentado em nossas notas anteriores, em uma versão considerando as seguintes faixas etárias: 0 a 9, 10 a 19, 20 a 29, 30 a 39, 40 a 49, 50 a 59, 60 a 69, 70 a 79 e 80 anos ou mais de idade. O modelo é ajustando a partir dos dados de óbitos para cada estado até o presente, com os parâmetros epidemiológicos descritos no anexo, e utilizando os dados sobre vacinação em cada unidade da federação. O cenário considerado supõem que o número de doses aplicadas de cada tipo de vacina é o mesmo que a média dos meses de abril e maio, e que a vacinação ocorrerá por ordem decrescente de idade.

A evolução da pandemia no Pará, ajustada pelo nosso modelo epidemiológico até a presente data está dada na figura a seguir.

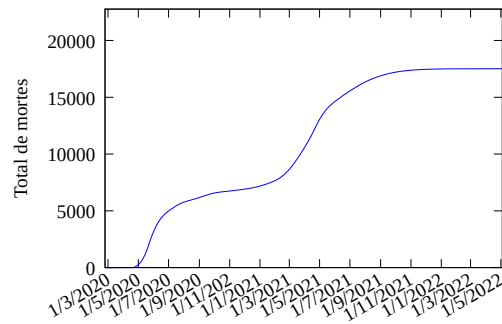


Figura 7: Modelo ajustado até o presente e prognóstico para o total de mortes no Pará por COVID-19.

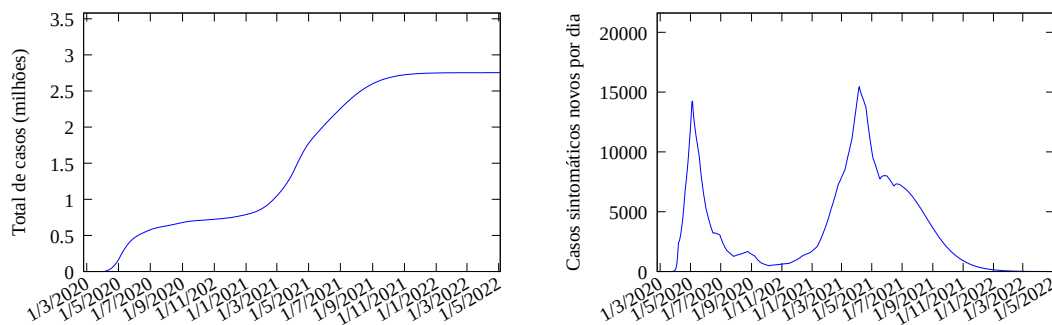


Figura 8: Esquerda: Modelo ajustado até o presente e prognósticos com a estimativa do total real de casos sintomáticos no Pará. Direita: casos sintomáticos novos por dia.

Observamos que vacinar apenas as pessoas com idade superior ou igual a 60 anos não é o suficiente para conter efetivamente a pandemia, e que uma vacinação de fato em massa é necessária. Caso a vacina utilizada seja de eficácia menor do que a suposta em nossos cenários, a necessidade de vacinar rapidamente a maior parte da população se torna ainda mais premente. Os prognósticos tomaram as taxas de transmissão para a situação presente. No caso de uma volta à normalidade elas aumentariam significativamente, o que tornaria ainda maior a necessidade de vacinar a quase totalidade da população.

É de extrema importância, para otimizar os efeitos da campanha de vacinação, estabelecendo as prioridades na ordem de vacinação. Em um estudo recente, mostramos a importância de vacinar primeiro não apenas a população mais idosa, mas também aqueles indivíduos com um número de contatos muito maior que a média da população, como professores, condutores de transporte público, caixas de supermercado e de banco, entre outros [5].

## 8 ANÁLISE E DISCUSSÃO

Observamos atualmente uma retomada da pandemia no Brasil, com clara tendência de aumento do número de casos, mas com uma estabilização no número de mortes por semana. A vacinação das pessoas mais idosas já mostra algum efeito na redução da mortalidade. No entanto a situação difere de estado para estado, com alguns em situação crítica, como a Paraíba e o Paraná. Mesmo nos estados onde o número de casos e mortes vem diminuindo, o número de óbitos segue em patamares elevados. Preocupa particularmente novas cepas do vírus, mais contagiosas, e no caso da cepa  $\delta$ , originária da Índia [23], também mais mortífera. Um estudo recente realizado no Estados Unidos mostra que nos condados com menos de 30% da população totalmente vacinada (duas

doses) a variante  $\delta$  tem se disseminado mais rapidamente [24]. Levando em conta que apenas 10% da população no Brasil está totalmente vacinada, e que a chegada dessa variante é praticamente inevitável, embora possa ser atrasada, torna ainda mais urgente agilizar a vacinação em massa no país e a manutenção ou retomada de medidas de isolamento social, analisadas para cada localidade. O isolamento social ainda é a única forma de combater a atual pandemia enquanto a maior parte da população em cada país não for vacinada [14, 15].

O fim da ajuda emergencial, paga pelo governo federal até 31 de dezembro de 2021, e que não foi substituído por outro programa de mesma amplitude, certamente forçou que muito trabalhadores, usualmente de condições mais precárias, retornassem às atividades profissionais, e portanto se expondo mais. Junto com pressões vindas de diferentes setores da economia, empresários e trabalhadores, sufocados pela ausência de ajuda econômica substancial, ajuda esta necessária para enfrentar uma política de isolamento social, contribui para a redução do isolamento social a níveis muito próximos do período anterior à pandemia, razão porque os níveis de circulação do vírus são ainda muito altos.

Durante a segunda onda de Covid-19, enquanto o estado do Amazonas enfrentava uma grave situação, principalmente de meados de janeiro a meados de fevereiro de 2021, o estado do Pará apresentou um quantitativo menor de mortalidade com relação ao Amazonas e à maioria dos demais estados Brasileiros. O número de óbitos acumulados na segunda onda (para o período específico de 11 de novembro de 2020 a 15 de março de 2021) para o Amazonas e Pará é 1.645 e 296 mortes por milhão habitantes, respectivamente [25]. Por mais que haja a necessidade de pesquisas aprofundadas que forneçam respostas significativas para esta diferença entre Pará e o Amazonas, principalmente pelo fato da presença da variante  $\gamma$  (P.1), percebe-se que o enfrentamento da pandemia nestes dois Estados foi distinto, com o Pará apresentando um nível de enfrentamento à doença mais efetivo. Isso está relacionado com fatores como a busca de atendimento hospitalar público e/ou privado e as fortes medidas de prevenção à doença (distanciamento social, uso de máscaras, higiene, álcool em gel dentre outros). Contudo, o aumento do número de leitos para os casos que necessitem de internação hospitalar não deve ser encarado como uma medida para justificar a abertura total das mais diversas atividades e/ou extinguir quaisquer medidas de combate a pandemia, sempre lembrando que na região norte 80% das pessoas internadas em UTI por COVID-19 falecem [26].

Ressaltamos novamente a extrema importância de acelerar a vacinação de toda a população, não apenas de adultos, mas também de adolescentes. Posteriormente, crianças deverão também ser vacinadas quando terminados os testes sobre a eficácia das vacinas no público infantil. Para atingir a imunidade de rebanho é necessário que entre 70% a 80% da população esteja imune, percentual esse que não será atingido se apenas adultos forem vacinados.

O Brasil possui uma experiência acumulada ao longo de décadas de campanhas de vacinação, o que nos coloca em vantagem com relação a outros países, inclusive Europa e Estados Unidos. Com um quadro de pessoal altamente qualificado e experimentado no planejamento e execução de campanhas de vacinação. É necessário que as autoridades governamentais envidem esforços para disponibilizar doses de vacina em quantidade suficiente para atingir a imunidade de rebanho o mais rapidamente possível. Atrasos desnecessários em qualquer fase deste processo aumentarão ainda mais o total de vidas perdidas, e o sofrimento causado pelas diferentes sequelas nos sobreviventes da COVID-19.

Insistimos que é impraticável ter como estratégia alcançar a imunidade de rebanho [13] por meio da imunidade natural (causada pela infecção). Não apenas é inaceitável do ponto de vista ético e humano [22], pois resultaria numa enorme perda de vidas, mas a possibilidade de reinfeção, sobretudo pelas novas cepas, e a perda da imunidade natural ao longo do tempo, torna inexecutável esperar atingi-la, a não ser por uma ampla vacinação da população, incluindo aí adolescentes e crianças.

Por fim, nunca é exagero insistir que o isolamento social e o fortalecimento da vacinação de toda a população, são as únicas ferramentas existentes atualmente para o controle da pandemia, e assim limitar os já enormes custos humanitário e econômico.



## 9 RECOMENDAÇÕES

- Adotar medidas de contenção de contatos sociais, dimensionadas de acordo com as realidades locais, para conter a circulação do vírus SARS-CoV-2, ainda forte em todo o país;
- Implementar testagem em massa da população, sobretudo das pessoas mais expostas, e rastreamento de contatos;
- Planejar de forma correta e detalhada, por pesquisadores qualificados e experimentados, e o mais rapidamente possível, uma campanha de vacinação em massa, disponibilizando o maior número de doses no menor intervalo de tempo possíveis;
- Levantar em conta no planejamento da vacinação os grupos com número de contatos muito maior que a média da população, como motoristas de transporte público, caixas de supermercados, professores, etc (vide discussão no artigo [5]);
- A vacinação não deve se restringir apenas à população idosa (com mais de 60 anos por exemplo), por ser insuficiente para controlar efetivamente a pandemia no Brasil;
- Correlacionar as projeções de campanhas de vacinação com um modelo de estrutura logística para acoplar capacidade de distribuição de vacinas e a vacinação propriamente dita;
- Implementar um sistema de logística que supra a cadeia de serviços que envolve desde a compra ou fabricação de vacinas, sua distribuição e armazenamento, de todos os insumos pertinentes;
- Mobilizar profissionais capacitados, montagem e coordenação de equipes, para atuar nas campanhas de vacinação nos três níveis federativos;
- Estabelecer uma coordenação central no governo federal para monitorar a fabricação, compra e planejamento de vacinação em cada Estado, ou Cidade quando for o caso;
- Estabelecer uma coordenação central no governo federal para planejar, com as coordenações estaduais e municipais, as diferentes medidas necessárias para o enfrentamento da atual crise sanitária;
- Realizar extensas campanhas públicas de informação sobre os cuidados essenciais, como o porte de máscara e distância mínima entre pessoas, enfatizando a real gravidade da COVID-19, e divulgando amplamente as inúmeras sequelas observadas em pessoas curadas, a inexistência de tratamento precoce ou definitivo, e que um retorno a uma situação próxima à normalidade pré-pandemia só será possível após uma grande parcela da população ter sido vacinada;
- Gestores e autoridades públicas devem basear suas decisões na melhor evidência científica disponível, assessorados por painéis de especialistas, das diferentes áreas do conhecimento pertinentes ao momento.

## Referências

- [1] COVID-19 Dashboard by the Center for Systems Science and Engineering (CSSE) at John Hopkins University (JHU), <https://gisanddata.maps.arcgis.com/apps/opsdashboard/index.html#/bda7594740fd40299423467b48e9ecf6> – Consultado em 28/06/2021 .

- [2] R. Verity, L. Okell, I. Dorigatti, P. Winskill, C. Whittaker C, et al. *Estimates of the severity of coronavirus disease 2019: A model-based analysis*. *Lancet Infectious Diseases* (2020) [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(20\)30243-7](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(20)30243-7)
- [3] <https://www.worldometers.info/coronavirus/#countries>).
- [4] T. Zhou, Q. Liu, Z. Yang, J. Liao, K. Yang, W. Bai, X. Lu, W. Zhang, *Preliminary prediction of the basic reproduction number of the Wuhan novel coronavirus 2019-nCoV*. *Journal of Evidence Based Medicine* (2020). DOI: 10.1111/jebm.12376.
- [5] T. M. Rocha Filho, J. F. F. Mendes, T. B. Murari, A. S. Nascimento Filho, A. J. A. Cordeiro, W. M. Ramalho, F. A. Scorza, A.-C. G. Almeida, M. A. Moret, *WHO vaccination protocol can be improved to save more lives*, <https://www.researchsquare.com/article/rs-148826/v1>
- [6] <https://www.nytimes.com/interactive/2020/us/covid-college-cases-tracker.html>
- [7] Wang C, Hornby PW, Hayden FG, Gao GF. *A novel coronavirus outbreak of global health concern*. *Lancet* (2020) 395, 470. DOI: 10.1016/S0140-6736(20)30185-9.
- [8] The Novel Coronavirus Pneumonia Emergency Response Epidemiology Team. *The Epidemiological Characteristics of an Outbreak of 2019 Novel Coronavirus Diseases (COVID-19) — China, 2020*. *CCDC Weekly* (2020) 2(x): 1.
- [9] Linton NM, Kobayashi T, Yang Y, Hayashi K, Akhmetzhanov AR, Jung S, Yuan B, Kinoshita R, Nishiura H, *Incubation Period and Other Epidemiological Characteristics of 2019 Novel Coronavirus Infections with Right Truncation: A Statistical Analysis of Publicly Available Case Data*. *Journal of Clinical Medicine* (2020) 9: 538.
- [10] T. W. Russell et al. *Estimating the infection and case fatality ratio for COVID-19 using age-adjusted data from the outbreak on the Diamond Princess cruise ship*. *MedRxiv* doi: <https://doi.org/10.1101/2020.03.05.20031773>.
- [11] H. Chernoff, *The use of faces to represent points in k-dimensional space graphically*. *Journal of the American Statistical Association* (1973) **68** (342), 361-368.
- [12] C. Fraser, *Estimating Individual and Household Reproduction Numbers in an Emerging Epidemic*. *PLoS ONE* (2007) 2(8): e758. doi:10.1371/journal.pone.0000758.
- [13] K. On Kwok, F. Lai, W. I. Wei, S. Y. S. Wong, J. W. T. Tang, *Herd immunity – estimating the level required to halt the COVID-19 epidemics in affected countries*. *Journal of Infection* (2020) **80**, e32-e33.
- [14] S. Hsiang, D. Allen, S. Annan-Phan, K. Bell, I. Bolliger, T. Chong, H. Druckenmiller, L. Yue Huang, A. Hultgren, E. Krasovich, P. Lau, J. Lee, E. Rolf, J. Tseng, T. Wu, *The effect of large-scale anti-contagion policies on the COVID-19 pandemic*, *Nature* **584** (2020) 262.
- [15] Imperial College COVID-19 Response Team, *Report 9: Impact of non-pharmaceutical interventions (NPIs) to reduce COVID-19 mortality and healthcare demand*, <https://www.imperial.ac.uk/media/imperial-college/medicine/sph/ide/gida-fellowships/Imperial-College-COVID19-NPI-modelling-16-03-2020.pdf>.
- [16] F. M. G. Magpantay, *Vaccine impact in homogeneous and age-structured models*, *J. Math. Biol.* 75 (2017) 1591.
- [17] F. M. G. Magpantay, A. A. King and P. Rohani, *Age-structure and transient dynamics in epidemiological systems*, *J. R. Soc. Interface* **16** (2019) 151.

- 
- [18] D. K. Chu, E. A. Akl, S. Duda, K. Solo, S. Yaacoub, H. J. Schünemann, on behalf of the COVID-19 Systematic Urgent Review Group Effort (SURGE) study authors, *Physical distancing, face masks, and eye protection to prevent person-to-person transmission of SARS-CoV-2 and COVID-19: a systematic review and meta-analysis*. The Lancet [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)31142-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)31142-9).
- [19] R. Li, S. Pei, B. Chen, Y. Song, T. Zhang, W. Yang, J. Shaman, *Substantial undocumented infection facilitates the rapid dissemination of novel coronavirus (SARS-CoV2)*. Science (2020) DOI:10.1126/science.abb3221.
- [20] A. S. Nasciemnto Filho, A. C. G. Almeida, A. J. A. Cordeiro, F. A. Scroza, J. F. F. Mendes, M. A. Moret, T. M. Rocha Filho, W. R. M. Ramalho, *Nota Técnica 18/12/2020 – Situação da pandemia de COVID-19 no Brasil*. <https://coronavidas.net/wp-content/uploads/2020/12/situacao-da-pandemia-de-covid-19-no-brasil-18-12-2020.pdf>
- [21] A. S. Nasciemnto Filho, A. C. G. Almeida, A. J. A. Cordeiro, F. A. Scroza, J. F. F. Mendes, M. A. Moret, T. M. Rocha Filho, W. R. M. Ramalho, *Nota Técnica 20/03/2021 – Situação da pandemia de COVID-19 no Distrito Federal*. <https://coronavidas.net/datascience/situacao-da-pandemia-de-covid-19-no-distrito-federal-20-03-2021/>
- [22] V. Priesemann, M. M. Brinkmann, S. Ciesek, et al. *Calling for Pan-European Commitment for Rapid and Sustained Reduction in SARS - CoV -2 Infections*, The Lancet **397** (2021) 91. [https://doi: 10.1016/S0140-6736\(20\)32625-8](https://doi: 10.1016/S0140-6736(20)32625-8)
- [23] E. Callaway. Delta coronavirus variant: scientists brace for impact. Nature. <https://doi.org/10.1038/d41586-021-01696-3>
- [24] A. Bolze, E. T. Cirulli, S. Luo et al. Rapid displacement of SARS-CoV-2 variant B.1.1.7 by B.1.617.2 and P.1 in the United States. medRxiv <https://doi.org/10.1101/2021.06.20.21259195>
- [25] F. G. Emmerich. Comparisons between the Neighboring States of Amazonas and Pará in Brazil in the Second Wave of COVID-19 Outbreak and a Possible Role of Early Ambulatory Treatment. International Journal of Environmental Research and Public Health, **18**, 3371 (2021). <https://www.mdpi.com/1660-4601/18/7/3371>
- [26] O. T. Ranzani, L. S. L. Bastosi, J. G. M. Gelli, J. F. Marchesi, F. Baião, S. Hamacheri, F. A. Bozza. Characterisation of the first 250 000 hospital admissions for COVID-19 in Brazil: a retrospective analysis of nationwide data. Lancet Respir. Med. **9**, 322 (2021). [https://doi.org/10.1016/S2213-2600\(20\)30560-9](https://doi.org/10.1016/S2213-2600(20)30560-9)

## ANEXO: PARÂMETROS EPIDEMIOLÓGICOS UTILIZADOS

Variável	Definição	Valor (IC 95%) [Ref]
$\psi$	Taxa de recuperação dos indivíduos hospitalizados	$1/17.5 \text{ dias}^{-1}$ [7]
$\sigma$	Inverso do tempo de incubação	$1/5.0 \text{ dias}^{-1}$ [9]
$\gamma$	Taxa de recuperação de indivíduos não hospitalizados	$3.69 \text{ dias}^{-1}$ [19]
$\theta_i$	Taxa de fatalidade entre indivíduos hospitalizados	$L_i^{(0)}/\zeta_i$
$\tau_1$	Mediana do tempo entre os primeiros sintomas e a hospitalização	3.3 [9]
$\tau_2$	Tempo médio entre entre os primeiros sintomas e a morte	16.8% [2]
$\chi$	Proporção de casos assintomáticos	17.9% [10]
$\xi$	Infectividade dos indivíduos assintomáticos com relação aos sintomáticos.	55% [19]

Tabela 2: Parâmetros utilizados no modelo epidemiológico. O índice  $i$  se refere à faixa etária. Na ausência desse índice o parâmetro é o mesmo para todas as faixas etárias.  $L_i^{(0)}$  e  $\zeta_i$  são dados nas tabelas 3 e 4.

0 – 9	10 – 19	20 – 29	30 – 39	40 – 49	50 – 59	60 – 69	70 – 79	$\geq 80$
0.00161%	0.2%	0.2%	0.2%	0.4%	1.3%	3.6%	8.0%	14.8

Tabela 3: Taxa de fatalidade entre os casos sintomáticos  $L_i^{(0)}$  por faixa etária [2, 8].

0 a 9	10 a 19	20 a 29	30 a 39	40 a 49	50 a 59	60 a 69	70 a 79	80 ou mais
0%	0.408%	1.04%	3.43%	4.35%	8.16%	11.8%	16.6%	18.4

Tabela 4: Probabilidade de hospitalização  $\zeta_i$  por faixa etária [2].