

**NOTA TÉCNICA – 1/3/2021**

---

**SITUAÇÃO DA PANDEMIA DE  
COVID-19 NO BRASIL  
E IMPACTOS DA CAMPANHA  
DE VACINAÇÃO**

**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 – SENAI CIMATEC, Unopar Candeias e IFBA.**
  - **Dr. Fulvio Alexandre Scorza, Departamento de Neurologia e Neurocirurgia, Escola Paulista de Medicina/UNIFESP**
  - **Dr. José Fernando F. Mendes, Departamento de Física & I3N, Universidade de Aveiro, Portugal.**
  - **Dr. Marcelo A. Moret – 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 114 milhões de casos e ultrapassando dois milhões e meio de 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. A partir de junho o Brasil se posicionou como um novo epicentro da pandemia, ocupando o segundo lugar mundial de casos e mortes, sendo suplantado posteriormente pela Índia em número de casos, mas mantendo a segunda posição em número de mortos, contabilizando até a presente data cerca de 10,5 milhões de casos e 254 mil mortes.

No Brasil a pandemia passou por um pico nos meses de julho a setembro, e posteriormente apresentando queda no número de casos novos por semana. A situação no Brasil se deteriorou fortemente no último mês, com uma segunda onda de crescimento de casos. Tal situação decorre não apenas, como vem sendo 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 particularmente preocupante pois espera-se 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 adiantando em 2022, para ocorrer.

## 2 DADOS DE CASOS E ÓBITOS POR ESTADO

A presente análise é baseada em dados oficiais atualizados até 28/2/2021, divulgados por cada Secretaria Estadual de Saúde e podem ser acessados no sítio do Ministério da Saúde:

<https://covid.saude.gov.br/>.

As mortes em excesso por Síndrome Respiratório Aguda Grave (SRAG), a principal causa de morte por COVID-19, e obtidas subtraindo de cada semana epidemiológica desde o início da pandemia o maior valor observado na mesma semana epidemiológica de todos os anos anteriores (2019 e anteriores), apontam para o fato que o número real de mortes por COVID-19 é superior aos valores anunciados. Isso é também observado em diferentes proporções em outros países [3], e varia de estado para estado a depender da qualidade dos sistemas de vigilância. Os valores estimados do número real de morte por COVID-19 para cada estado obtidos dessa forma estão dados na tabela 1 abaixo.

O total real estimado para todo o Brasil é de 365217 mortes. Diferentes fatores podem explicar isso: demora na testagem após o óbito resultando em falso-negativo, ou a não realização do teste, a morte sendo registrada como devida a SRAG por causa desconhecida. Salientamos que há também uma demora para a consolidação e transmissão dos dados de SRAG pelas Secretarias Estaduais de Saúde, entre um a dois meses segundo o estado, o que significa que o número real de mortes causados pela doença COVID-19 é certamente ainda maior que a estimativa aqui apresentada.

Estado	Mortes	Estado	Mortes	Estado	Mortes
Acre	998	Alagoas	4488	Amapá	1140
Amazonas	15331	Bahia	16281	Ceará	16452
Distrito Federal	6837	Espírito Santo	6406	Goiás	11392
Maranhão	5672	Mato Grosso	5713	Mato Grosso do Sul	4331
Minas Gerais	32770	Pará	12345	Paraíba	6512
Paraná	17427	Pernambuco	18547	Piauí	3942
Rio de Janeiro	44953	Rio Grande do Norte	4046	Rio Grande do Sul	17346
Rondônia	3666	Roraima	1100	Santa Catarina	9034
São Paulo	93041	Sergipe	3649	Tocantins	1798

Tabela 1: Número real estimado de mortes por COVID-19 em cada unidade da federação.

Cabe aqui ressaltar o fato que o número de testes para identificar infecção por SARS-CoV2 é muito baixo no Brasil Brasil, com 134 mil testes por milhão de habitantes, ocupando a 118<sup>a</sup> posição no mundo [6], tendo perdido dez posições ao longo do último mês.

### 3 Medidas de circulação do vírus

Uma medida de quão intensa está a circulação do vírus SARS-CoV-2 é dada pelo número de novos casos no últimos sete dias por 100 mil habitantes. Os dados para cada unidade da federação estão dados na tabela abaixo:

AC	AL	AP	AM	BA	CE	DF	ES	GO	MA	MT	MS	MG	PA
307	106	191	237	206	168	225	214	219	47	257	213	180	109
PB	PR	PE	PI	RJ	RN	RS	RO	RR	SC	SP	SE	TO	
219	278	93	129	64	176	320	365	387	436	142	146	257	

Tabela 2: Casos novos por 100 mil habitantes nos últimos sete dias para cada unidade da federação.

Esses dados estão representados na forma de mapa de calor na figura 1. A título de comparação, na Alemanha a situação é considerada verde caso o número de casos por 100 mil seja inferior ou igual a 25, sendo este o patamar estabelecido para a situação vermelha (lá entre 20 e 25 é estado amarelo e o estado verde é para menor do que 20) [5]. Todos os estados e o Distrito Federal continuam muito acima desses valores, com a exceção do Maranhão, único estado em verde. Os dados estão representados como um mapa de calor na figura 1.

Por outro lado, o número de mortes total por milhão de habitantes reflete o estágio atual da pandemia, e quão eficazes foram as medidas de mitigação em cada estado e no Distrito Federal. Cabe comparar os valores da tabela a seguir com o mesmo índice para alguns outros países como os Estados Unidos (1231 mortes/milhão), onde o governo central se mostrou inepto no enfrentamento dessa crise, a França (1082 mortes/milhão), Alemanha (574 mortes/milhão), a fortemente atingida Espanha (1150 mortes/milhão), e Israel (441 mortes por milhão). Todos esses países já estão na “segunda onda” da pandemia (dados obtidos em [6]). No Brasil como um todo temos 986 mortos por milhão (dados oficiais), no momento em no Brasil que ainda se inicia a segunda onda. Os dados para o Brasil estão apresentados na forma de mapa de calor na figura 1.

AC	AL	AP	AM	BA	CE	DF	ES	GO	MA	MT	MS	MG	PA
1116	895	1323	2581	792	1228	1584	1576	1197	710	1620	1181	872	989
PB	PR	PE	PI	RJ	RN	RS	RO	RR	SC	SP	SE	TO	
1113	1013	1143	1016	1905	1014	1085	1586	1743	1015	1285	1277	960	

Tabela 3: Total oficial de mortes por milhão de habitantes em cada unidade da federação.

#### 3.1 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 conseqüentemente 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 para o  $R_t$  da SARS-CoV-2 na ausência de qualquer medida de

controle no início da pandemia é próximo a 3 [7]. Ele é calculado a partir do número de casos novos conforme descrito em [14], e é sujeito a todas as limitações inerentes a tais dados. Caso o nível de subnotificação de casos for razoavelmente constante ao longo do tempo, os valores obtidos para  $R_t$  são representativos da situação real.

A figura abaixo mostra os valores de  $R_t$  em cada unidade da federação, a partir da média móvel de casos sobre 14 dias (para reduzir flutuações estatísticas). O valor indicado pelo X em cada gráfica é a média sobre os últimos sete dias, e as barras verticais o erro correspondendo a um intervalo de confiança de 95%. As barras de erros mostram o intervalo de confiança de 95%. Observe-se que em alguns casos a barra de erro é muito grande, possivelmente sinalizando problemas na coleta de dados de casos de COVID-19. Em nenhum estado do Brasil o número de reprodução básico médio  $R_t$  está abaixo de 1.

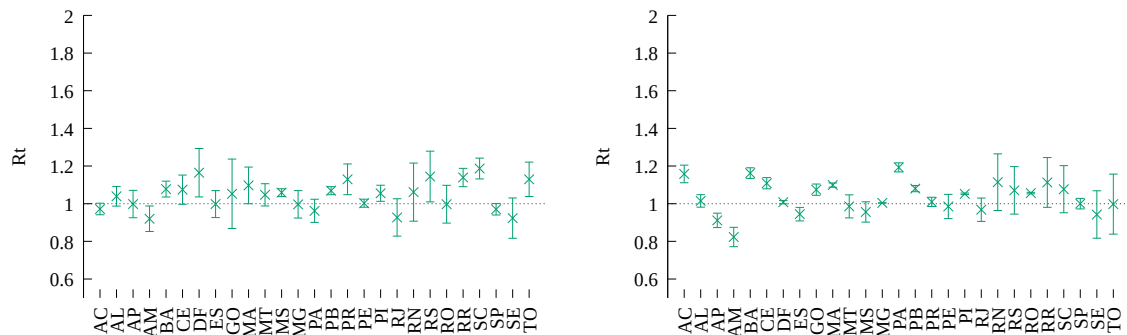


Figura 1: Número de reprodução básico  $R_t$  em cada unidade da federação em 28/02/2021 : (Esquerda) a partir do número oficial de casos e (Direita) a partir do ajuste do modelo epidemiológico.

## 4 PAPEL DO ISOLAMENTO SOCIAL

Como medida do grau de isolamento utilizamos a variação do tempo de permanência em residência com relação à linha de base do período de 3 de janeiro a 6 de fevereiro de 2020, como disponibilizado pela Google no endereço *WEB* <https://www.google.com/covid19/mobility/>. Em todos os estados brasileiro o isolamento atingiu seu máximo nos meses de abril a maio, com a exceção do Amazonas que atingiu seu maior nível de isolamento recentemente.

Para efeito de comparação e demonstrar empiricamente o efeito do isolamento, tomamos o caso do Distrito Federal, que representa bem a evolução do nível de isolamento em praticamente todas as unidades da federação, e o caso do Amazonas, que apresenta uma retomada forte do isolamento em consequência da forte segunda onda que lá ainda ocorre. Para tal, as figuras abaixo mostram os gráficos do nível de isolamento, e de casos novos e mortes por semana, assim como o número de reprodução básico  $R_t$  em função do tempo para cada um.

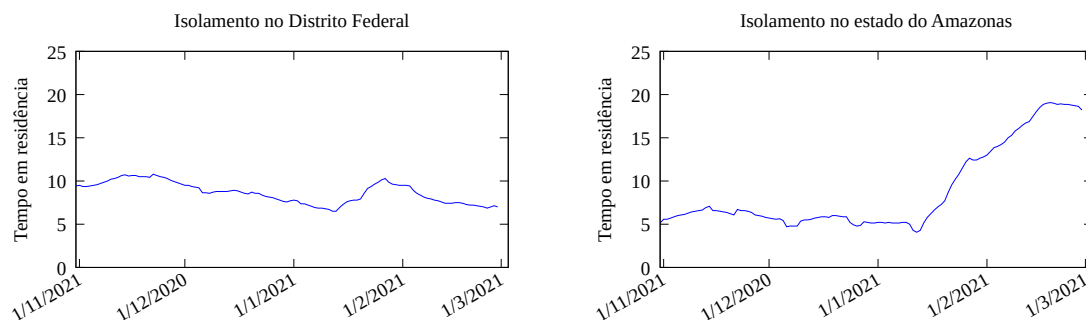


Figura 2: Percentual do aumento do tempo em residência, com relação à linha de base, para o Distrito Federal e o estado do Amazonas.

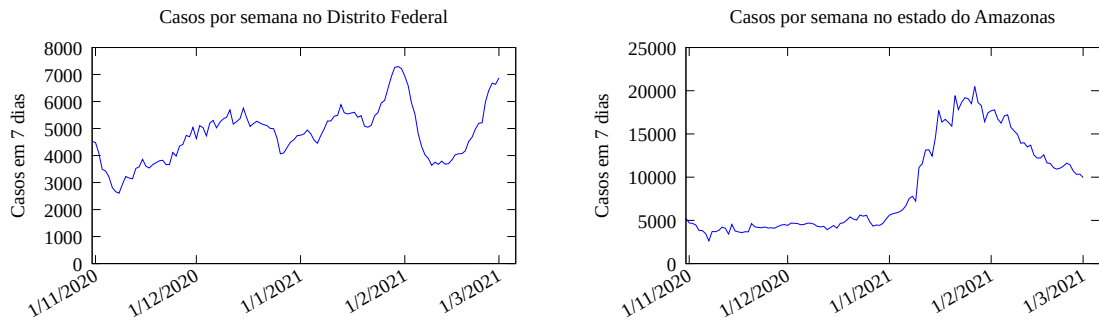


Figura 3: Número oficial de casos novos nos sete dias anteriores para o Distrito Federal e o estado do Amazonas.

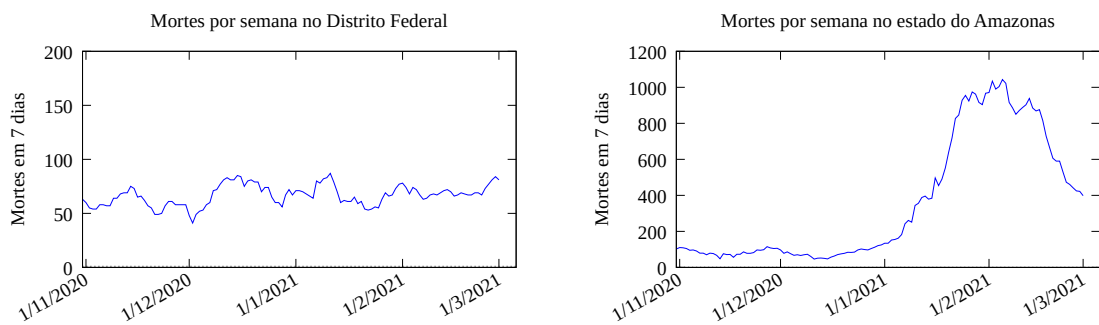


Figura 4: Número oficial de mortes nos sete dias anteriores para o Distrito Federal e o estado do Amazonas.

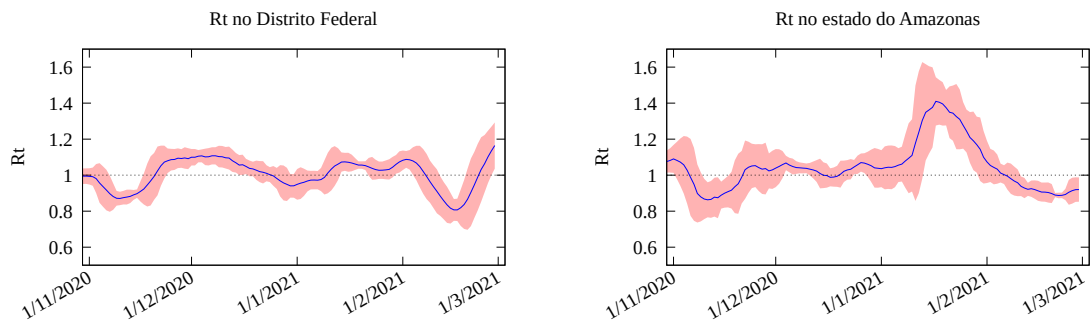


Figura 5: Número reprodução básico  $R_t$  em função do tempo para o Distrito Federal e o estado do Amazonas (curva em azul). A região em vermelho corresponde à faixa de erro

Vemos muito claramente que o isolamento no estado do Amazonas começou a aumentar significativamente a partir do final de dezembro, chegando ao mesmo nível do observado no início da pandemia (abril a maio de 2020), muito certamente devido ao temor da população casado pelo aumento no número de casos. Tal aumento no isolamento demora de duas a três semanas para causar efeito, que é claramente observado na diminuição do número de casos novos nos últimos 35 dias e de mortes nos últimos 20 dias, consequência direta do maior nível de isolamento. Reforçamos que em todas as localidades no mundo que adotaram um isolamento minimamente sério, a diminuição no número de casos e mortes foi muito significativo, consequência do fato óbvio de que quanto menor os contatos entre pessoas, menor será a transmissão do vírus.

## 5 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 ajustado a partir dos dados de óbitos para cada estado até o presente, com os parâmetros epidemiológicos descritos no anexo. Simulamos uma campanha de vacinação supondo que o país contará com 250 milhões de doses da vacina por ano, o que permitiria vacinar 125 milhões de pessoas (duas doses por indivíduo).

Consideramos três cenários distintos:

1. Modelo ajustado até o presente e evolução mantidas as mesmas condições observadas até agora (curva preta).
2. Modelo ajustado até o presente com vacinação iniciando em 1º de fevereiro de 2021 (curva azul), iniciando a vacinação pela população com 70 anos ou mais de idade, seguido pelas pessoas com 60 a 69 anos de idade, e a seguir cada faixa etária considerada em ordem decrescente de idade.
3. Modelo ajustado até o presente com vacinação iniciando em 1º de fevereiro de 2021 (curva vermelho), iniciando a vacinação pela população com 70 anos ou mais de idade, seguido pelas pessoas com 60 a 69 anos de idade, e aí encerrando a vacinação.

As seguintes hipóteses foram consideradas nesses cenários:

- Que a vacina tem uma eficácia de 95% (linhas contínuas) e 70% (linhas pontilhadas).
- Que após a primeira dose o indivíduo vacinado estará totalmente protegido após 30 dias, quando não ocorrer falha primária da vacina.
- Que a imunidade resultante da vacina é permanente.
- Após vacinar todas as faixas etárias, as crianças entre 0 e 4 anos de idade permanecem sendo vacinadas continuamente
- A vacina confere proteção a quem a recebeu e também impede que transmita o vírus.

Estimativas realizadas em nosso grupo, baseada no efeito das férias escolares sobre surtos de sarampo no período anterior à existência de vacinação [15, 16], mostram que o retorno completo às atividades escolares seria suficiente para causar um aumento de 10% no valor de  $R_t$ , o que resultaria em uma forte piora dos indicadores. Por outro lado as diferentes medidas de mitigação na disseminação da doença, como o simples uso de máscaras, mesmo as feitas em casa com tecido, consegue reduzir entre 30% a 50% a probabilidade de contágio [17].

As evoluções para o Brasil até a presente data, ajustadas estado a estado com o modelo epidemiológico, e somadas para obter o total para o Brasil, estão dadas nas figuras a seguir:

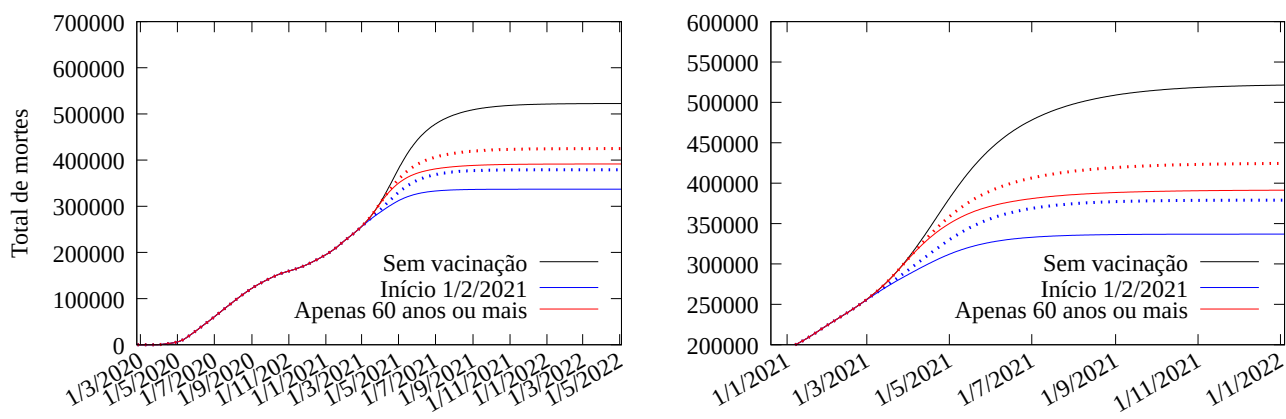


Figura 6: Modelo ajustado até o presente e prognósticos: total de mortes no Brasil por COVID-19. O gráfico à direita é uma aplicação sobre o ano de 2021. A linha contínua em azul corresponde ao cenários em que toda a população é vacinada, começando pelos mais velhos (95% de eficácia linha contínua e 70% de eficácia linha pontilhada). A linha em vermelho corresponde ao cenário em que apenas pessoas com 60 anos ou mais de idade são vacinadas (95% de eficácia linha contínua e 70% de eficácia linha pontilhada).

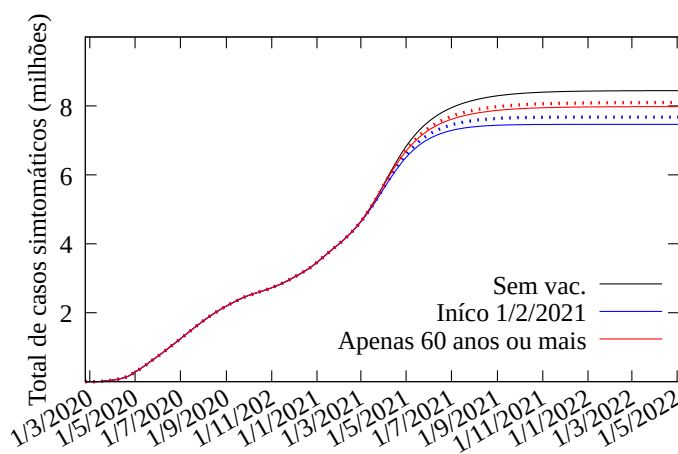


Figura 7: Modelo ajustado até o presente e prognósticos: estimativa do total real de casos sintomáticos no Brasil.



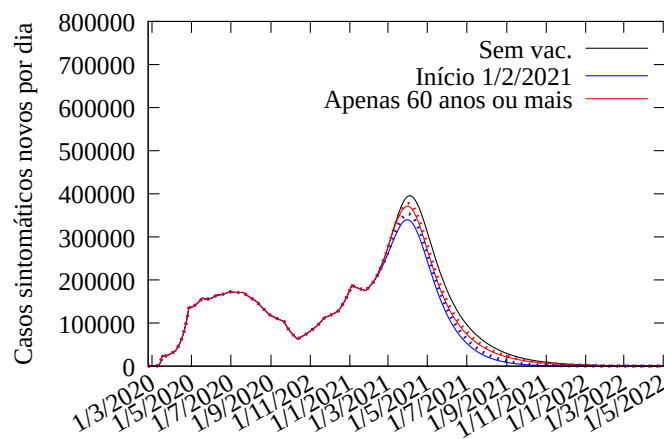


Figura 8: Modelo ajustado até o presente e prognósticos: casos sintomáticos novos por dia no Brasil.

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 uma grande maioria 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, realizado pelo nosso grupo em colaboração com o Prof. José Fernando Mendes da Universidade de Aveiro em Portugal, mostra-se 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 [8].

Todos os prognósticos de vacinação aqui apresentados supõem uma taxa de vacinação que a implementada até o presente momento.

## 6 DISCUSSÃO

Os dados aqui apresentados mostram uma retomada muito grave da pandemia em quase todo o país, decorrente de um afrouxamento das medidas de isolamento social, de uma falsa sensação de segurança e de um grande desconhecimento de como evitar a disseminação do vírus, cujas taxas de circulação continuam sendo muito altas em um claro crescimento. A situação é ainda agravada pela falta de coordenação centralizada no enfrentamento da crise. Se o Brasil seguir a tendência amplamente observada em outros países, a segunda onda será ainda mais intensa que a primeira, e fatalmente resultará na sobrecarga dos sistemas de saúde, que já demonstram esgotamento em muitos locais, ou já colapsaram, como no estado do Amazonas.

A eficácia do isolamento social, mundialmente estabelecida como única forma de combater a atual pandemia enquanto a maior parte da população em cada país não for vacinada, é flagrantemente demonstrada pelos dados oficiais do estado do Amazonas. Lá, com o forte aumento do número de casos e morte, e consequente lotação dos leitos de UTI, a própria população reagiu permanecendo mais tempo em casa, como mostramos mais acima. Isso levou a um declínio acentuado no número de novos casos e mortes, também claramente evidenciado pelos dados oficiais.

Nossos prognósticos para possíveis evoluções da pandemia mostram que, se mantida a atual situação, uma campanha de vacinação ampla, que ao que tudo indica se estenderá por no mínimo um

ano, pode não ocorrer a tempo de evitar um elevado número de casos e mortes. Assim sendo, tornam-se imprescindíveis medidas mais duras de controle, de forma a reduzir o número de reprodução  $R_t$  até valores abaixo de 1, evitando um ainda elevando número de mortes. A abertura de atividades ainda suspensas podem acelerar ainda mais o crescimento da pandemia. Um exemplo disso foi o que ocorreu nos Estados Unidos, onde algumas Universidades e *Colleges* mantiveram o ensino remoto para a maioria dos cursos, mas outros reabriram seus Campi. Isso resultou em mais de 397 mil casos em cerca de 1800 Campi [9], casos que por sua vez ajudam a circular o vírus entre suas famílias e localidades.

O Brasil possui uma experiência acumulada ao longo de décadas de campanhas de vacinação, o que nos coloca em vantagem com relação a outros país, inclusive Europa e Estados Unidos. Com um quadro de pessoal altamente qualificado e experimentado no planejamento e execução de campanhas de vacinação, não há razão para que, havendo as doses em quantidade suficiente, não se inicie de imediato a vacinação contra o SARS-CoV-2. Atrasos desnecessários em qualquer fase da vacinação aumentarão ainda mais o total de vidas perdidas.

Voltamos a insistir que é impraticável procurar atingir a imunidade de rebanho, e inaceitável do ponto de vista ético e humano, pois resultaria numa enorme perda de vidas, com um demanda de cuidados hospitalares que ultrapassaria em muito a capacidade existente. Acarretaria também uma ainda maior queda da atividade econômica, que até o momento já foi considerável. Em todas as unidades da federação o percentual de pessoas que já tiveram contato com o vírus está muito aquém da imunidade de rebanho.

Isolamento social imediato e forte, e fortalecimento da campanha de vacinação de toda a população, são as únicas armas existente atualmente para controle da pandemia. Sem elas, o custo humanitário e econômico serão enormes.

## 7 RECOMENDAÇÕES

Diante dos fatos aqui expostos, das análises realizadas, e com o objetivo de limitar o custo social e econômico da pandemia de COVID-19, já muito elevados, recomendamos:

- Adotar medidas de contenção de contatos sociais, o chamado *lockdown*, dimensionadas de acordo com as realidades locais, para conter o crescimento da pandemia;
- 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 [8]);
- 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 12/12/2020 .
- [2] <https://portal.fiocruz.br/documento/boletim-infogripe-semana-37>.
- [3] [https://www.nature.com/articles/d41586-020-02497-w?utm\\_source=Nature+Briefing&utm\\_campaign=91ddd34d75-briefing-dy-20200902&utm\\_medium=email&utm\\_term=0\\_c9dfd39373-91ddd34d75-45497350](https://www.nature.com/articles/d41586-020-02497-w?utm_source=Nature+Briefing&utm_campaign=91ddd34d75-briefing-dy-20200902&utm_medium=email&utm_term=0_c9dfd39373-91ddd34d75-45497350)
- [4] 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)
- [5] <https://www.berlin.de/sen/gpg/service/presse/2020/pressemitteilung.976835.php>.
- [6] <https://www.worldometers.info/coronavirus/#countries>).
- [7] 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.
- [8] 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>
- [9] <https://www.nytimes.com/interactive/2020/us/covid-college-cases-tracker.html>
- [10] 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.
- [11] 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.

- 
- [12] 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.
- [13] 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>.
- [14] C. Fraser, *Estimating Individual and Household Reproduction Numbers in an Emerging Epidemic*. PLoS ONE (2007) 2(8): e758. doi:10.1371/journal.pone.0000758.
- [15] F. M. G. Magpantay, *Vaccine impact in homogeneous and age-structured models*, J. Math. Biol. 75 (2017) 1591.
- [16] 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.
- [17] 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).
- [18] 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.

## ANEXO: PARÂMETROS EPIDEMIOLÓGICOS UTILIZADOS

Variável	Definição	Valor (IC 95%) [Ref]
$\psi$	Taxa de recuperação dos indivíduos hospitalizados	$1/17.5 \text{ dias}^{-1}$ [10]
$\sigma$	Inverso do tempo de incubação	$1/5.0 \text{ dias}^{-1}$ [12]
$\gamma$	Taxa de recuperação de indivíduos não hospitalizados	$3.69 \text{ dias}^{-1}$ [18]
$\theta_i$	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 [12]
$\tau_2$	Tempo médio entre entre os primeiros sintomas e a morte	16.8 [4]
$\chi$	Proporção de casos assintomáticos	0.179% [13]
$\xi$	Infectividade dos indivíduos assintomáticos com relação aos sintomáticos.	55% [18]

Tabela 4: 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 5 e 6.

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 5: Taxa de fatalidade entre os casos sintomáticos  $L_i^{(0)}$  por faixa etária [4, 11].

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