

# Boletim

*Modelling Task Force*

EDIÇÃO

01

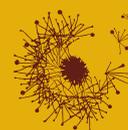
ABR|2021

## PANORAMA DA EPIDEMIA DE SARS-COV-2 NO BRASIL E, EM PARTICULAR, NA BAHIA: PASSADO E FUTURO



Ministério da Saúde

FIOCRUZ  
Fundação Oswaldo Cruz  
Fiocruz Rondônia



cidacs  
Centro de Integração de Dados  
e Conhecimentos para Saúde

# Índice

01. Introdução	03
02. A progressão da Covid-19 no Brasil	03
2.1 Ondas de transmissão da COVID-19	04
2.2 Incidência de casos e mortalidade por COVID-19	08
2.3 Taxa de letalidade: alto nível de subnotificação nos estados	09
2.4 Projeções	10
03. A progressão da Covid-19 na Bahia	12
04. Limitações	13
05. Recomendações	14
06. Canais de Comunicação	15
07. Referências	15
08. Equipe	16

## 01. Introdução

Passados mais de treze meses desde o primeiro caso de SARS-CoV-2 identificado no país, os impactos causados por este coronavírus tomou proporções abissais no Brasil, sendo a transmissão incontrolada e o surgimento de variantes mais transmissíveis e letais algumas das causas que levaram o país a tornar-se o novo epicentro da pandemia no mundo. O atual cenário epidemiológico, que resultou na perda de quase 400 mil vidas, somado à vacinação insuficiente, inspira consternação e agrava o impacto final desta doença na qualidade de vida da população, que ainda precisará conviver com o SARS-CoV-2 nos próximos anos.

A adoção de estratégias eficazes de controle e prevenção têm sido um desafio para um país com dimensões continentais como o Brasil, que apesar de possuir um sistema público de saúde considerado um dos maiores do mundo, vem sofrendo com a escassez de recursos, falta de kits diagnósticos e de rastreamento, devido aos vários cortes orçamentários ocorridos nos últimos anos. Somado à crise no sistema de saúde, há ainda uma baixa aderência às recomendações de mitigação ao COVID-19 sugeridas pela comunidade científica e gestores em saúde. Neste sentido, descrever a evolução da COVID-19 em território brasileiro até a data atual é um dos primeiros passos na tentativa de se propor diretrizes futuras para o controle da COVID-19 no país.

Este boletim traça um panorama da situação atual da transmissão do SARS-CoV-2 no Brasil, além de estudar a evolução dos casos em cada estado e, em especial na Bahia, analisando o impacto causado pela COVID-19 no sistema de saúde. Projeções de casos, baseados em modelos matemáticos, são apresentadas para cada estado numa janela de 15 dias. Destacamos que a análise conduzida neste boletim possui limitações, sendo algumas delas diretamente associadas com a qualidade das informações disponíveis para análise. Por fim, trazemos algumas recomendações, baseadas nas projeções feitas e principais resultados obtidos, que podem auxiliar no combate à pandemia no país e, em especial, no estado da Bahia.

## 02. A progressão da Covid-19 no Brasil

O Brasil teve o primeiro caso de COVID-19 confirmado oficialmente pelo Ministério da Saúde (MS) no dia 26 de fevereiro de 2020, no estado de São Paulo. Desde então, a transmissão do SARS-CoV-2 espalhou-se rapidamente por todo o território nacional. No primeiro semestre de 2020, um dos maiores desafios da Secretaria de Vigilância em Saúde era reduzir a incidência e a disseminação da doença. Algumas medidas restritivas, tais como o isolamento social, teletrabalho e uso de máscaras foram indicadas pelas Secretarias Municipais e Estaduais de Saúde, a fim de controlar a

doença no país [1]. Perguntas como “qual proporção da população será afetada?”, “quando a imunidade coletiva será atingida?”, “o sistema de saúde dará conta de atender a demanda de internamentos?”, “terá uma segunda onda?”, atraíram o interesse da população, que ansiava pelo retorno das atividades presenciais, ora interrompidas pela pandemia.

No acompanhamento da epidemia até o momento, vemos que a imunidade coletiva<sup>1</sup> acaba sendo um limiar complexo, que não pode ser considerado como uma forma de “sair da pandemia”. Como retrato inequívoco desta complexidade, a cidade de Manaus sofreu a mais mortal primeira onda no Brasil, e estudos realizados em outubro de 2020 [2] estimou a presença de anticorpos contra SARS-CoV-2 em quase 76% da população, ultrapassando o limiar teórico de imunidade coletiva (de 60-67%). Esta alta taxa de ataque, contudo, não foi suficiente para impedir uma nova onda de infecções ainda mais mortal naquela cidade nos primeiros meses de 2021, com cenas de hospitais, necrotérios e cemitérios novamente colapsados [3]. As medidas aplicadas pelos estados e municípios brasileiros, juntamente com o comportamento de mobilidade da população, fazem com que os níveis de imunidade coletiva não sejam atingidos, pois o risco da população suscetível muda com o tempo [4].

Considerando as complexidades acima, o objetivo na pandemia deve ser a de evitar o impacto severo e letalidade causada pelo SARS-CoV-2. Assim, a estratégia ideal é reduzir infecções a fim de ter o rastreamento e controle de casos.

## 2.1 Ondas de transmissão da COVID-19

Ondas de transmissão da doença são esperadas no decorrer do tempo e podem ser causadas pela flexibilização das medidas de distanciamento, movimentação da população, sazonalidade do vírus e/ou pela possibilidade de reinfecção pelo mesmo vírus e suas variantes. O período de imunidade, após a ocorrência da infecção natural pelo SARS-CoV-2, ainda está sendo estudada pela comunidade científica. Trabalhos publicados na literatura revelam que a imunidade mediada por anticorpos em espécies de coronavírus pode variar entre 6 e 12 meses, com as reinfecções ocorrendo com mais frequência 12 meses após a infecção [5]. Este período pode variar se levarmos em consideração a idade, sendo o período de imunidade menor para aqueles com mais de 65 anos [6]. Ondas sazonais, com menor prevalência em estações quentes, podem ocorrer na ausência de evidências e de uma implementação de vacinação que garanta imunidade durante um longo período. Neste sentido, as diretrizes de políticas para controle da COVID-19 devem levar este fator em consideração [5, 7,8,9].

Para visualizar as variações temporais da ocorrência de COVID-19 no Brasil, apresentamos na Figura 1 a evolução dos casos confirmados, dos óbitos diários e do número de reprodução efetivo, denotado usualmente por  $R_t$ . É possível

---

1. Imunidade coletiva refere-se à proporção de indivíduos refratários à infecção pelo vírus na população, seja através de vacinação ou de exposição prévia ao patógeno.

observar que o primeiro pico de casos ocorreu no inverno brasileiro, entre julho e setembro de 2020, período em que, historicamente, as doenças respiratórias apresentam as maiores incidências no país. O segundo pico é observado a partir de 10 de novembro de 2020. Uma possível justificativa para este aumento na morbimortalidade da doença pode ter sido a ocorrência de eleições municipais, em novembro de 2020, que foi responsável por aglomerações nas zonas eleitorais [10]. Observa-se uma leve tendência de queda em fevereiro de 2021, seguida por um grande crescimento na notificação de casos e óbitos da doença no início de março (um ano após a notificação do primeiro caso), resultando no início da terceira onda de casos de COVID-19 no país.

Ao analisar a ocorrência da doença por estado, é possível observar que apenas os estados do Amazonas, Ceará, Maranhão, Pará, Piauí, Rondônia e Roraima ainda não registraram a terceira onda da doença (Figuras 2 e 3). Durante a primeira onda, os estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Ceará e Amapá foram os únicos a atingirem marcas superiores a 100 óbitos diários na média móvel. Além disso, de primeiro de março até a data atual, o estado de São Paulo já atinge uma média de mais de 1.000 óbitos diários, enquanto os estados de MG, RJ, RS, PR, GO, BA e CE registram uma média móvel entre 100 e 400 óbitos diários (Figura 3).

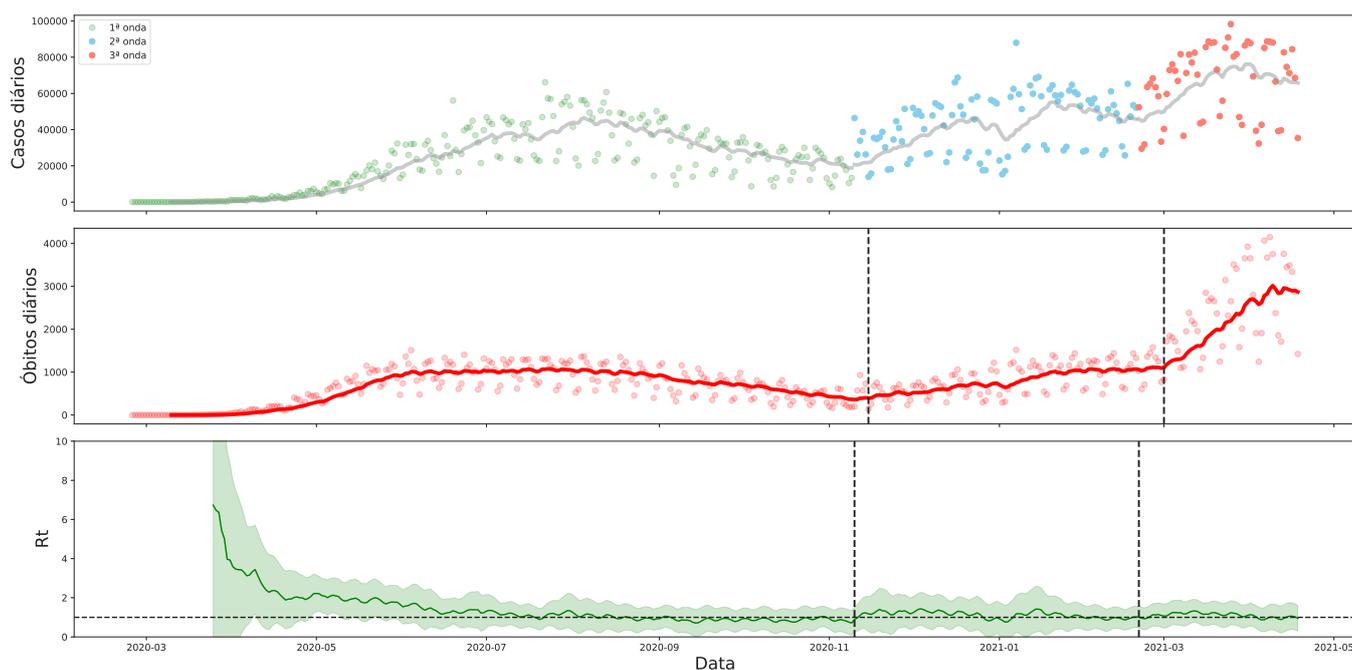


Figura 1: Evolução dos casos e óbitos diários de COVID-19 de 26/02/20 a 18/04/21 e acompanhamento do número efetivo de reprodução,  $R_t$ , ao longo do tempo para o Brasil. Os pontos representam dados coletados em [11]. As linhas verticais tracejadas mostram as ondas nos óbitos e  $R_t$ . A identificação das ondas foi guiada pela variação da série  $R_t$ .

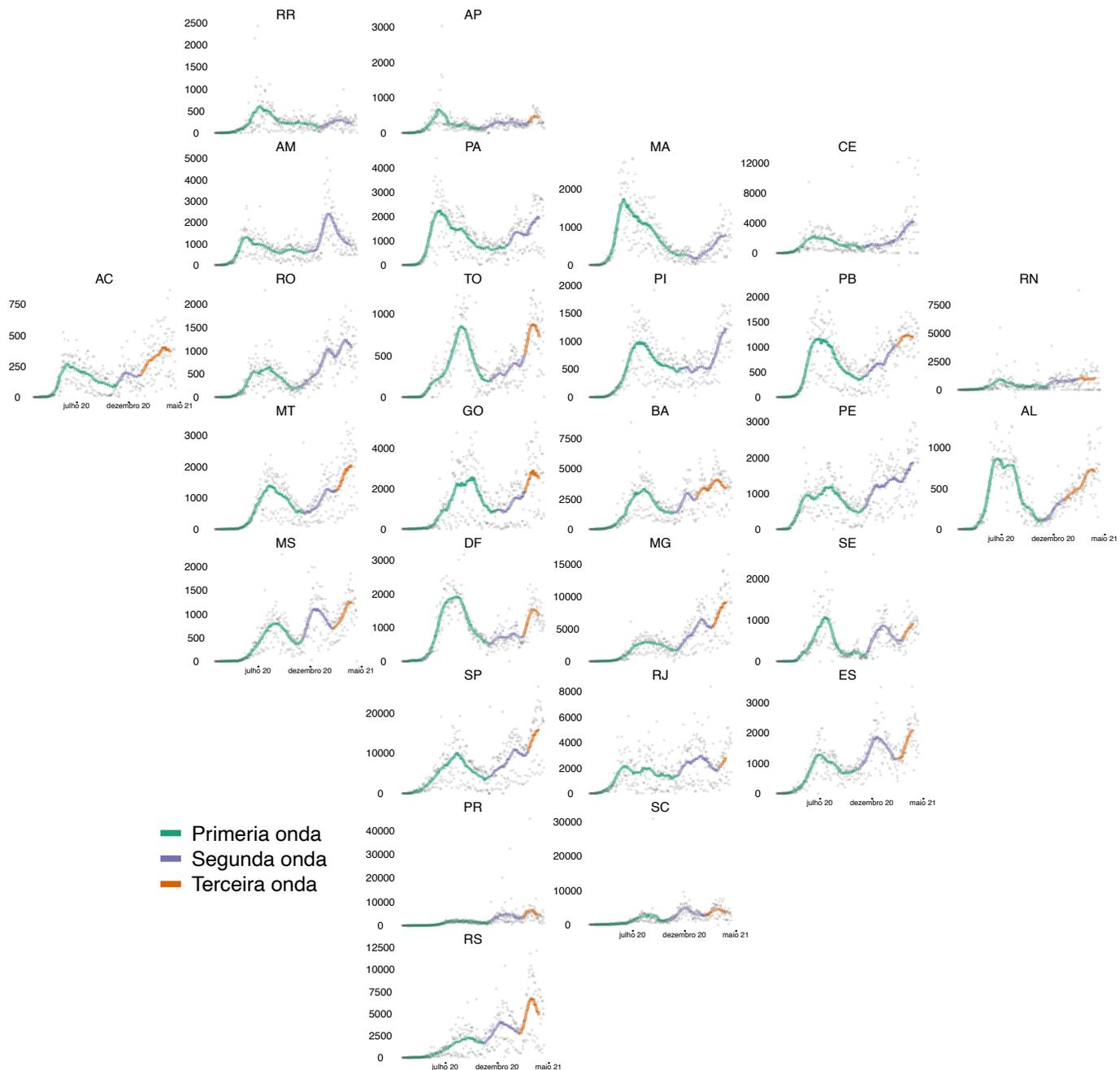


Figura 2: Evolução dos casos diários de COVID-19 de 26/02/20 a 18/04/21 em todos os estados brasileiros. Os pontos representam dados coletados em [11]. A visualização das ondas foi guiada pela variação da série  $R_t$ . Nota: observar as diferenças nas escalas do eixo Y entre os estados.

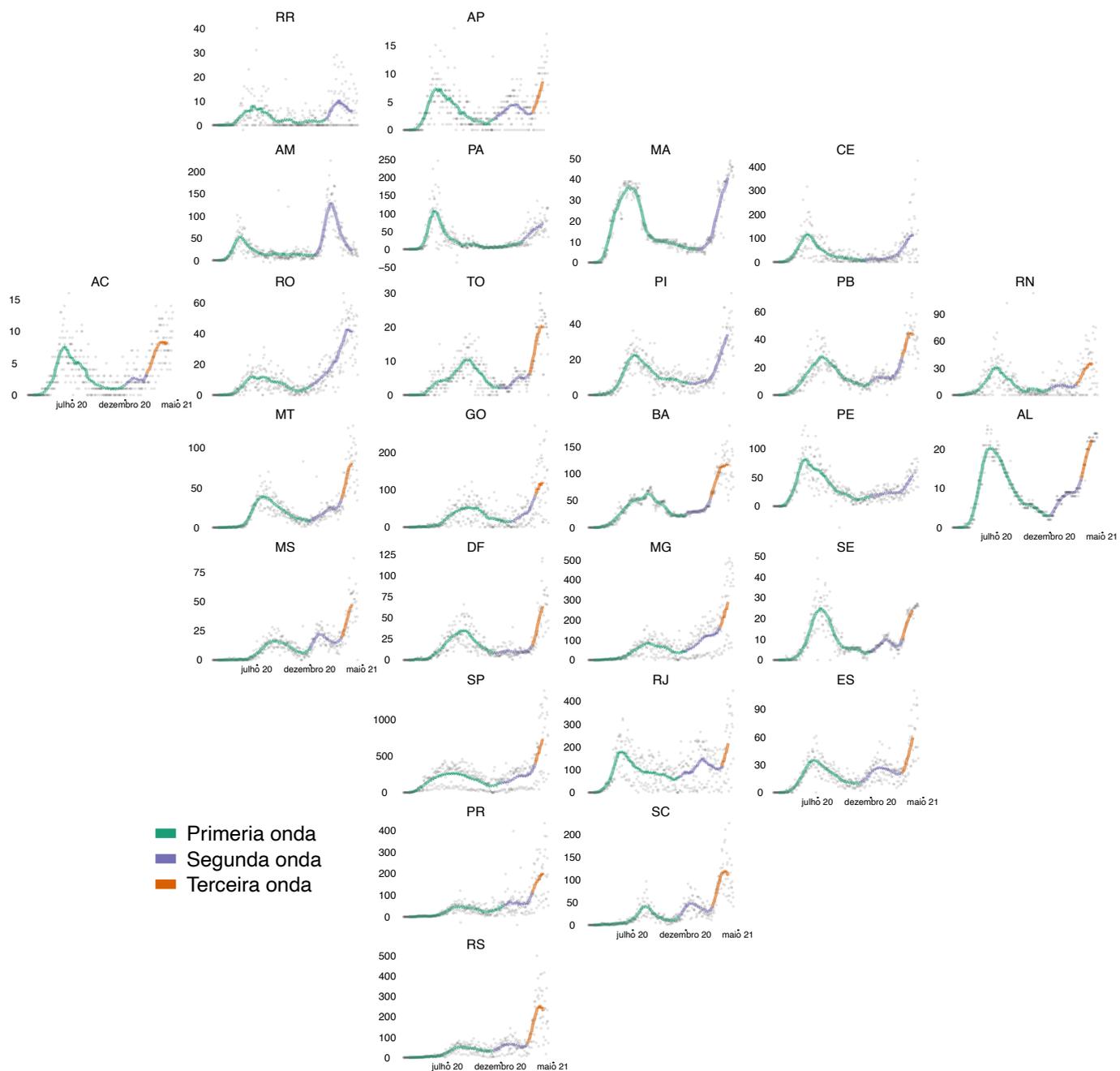


Figura 2: Evolução dos casos diários de COVID-19 de 26/02/20 a 18/04/21 em todos os estados brasileiros. Os pontos representam dados coletados em [11]. A visualização das ondas foi guiada pela variação da série  $R_t$ . Nota: observar as diferenças nas escalas do eixo Y entre os estados.

## 2.2 Incidência de casos e mortalidade por COVID-19

O crescimento atual de casos e óbitos no Brasil é bastante acelerado, se comparado com o início da epidemia. Em menos de dois meses a maioria dos estados apresentou uma incidência próxima ou maior do que a incidência em todo o período da primeira onda. Na chamada terceira onda (para alguns estados a segunda), os estados do AC, AL, AM, BA, CE, MG, PE, PR, RO, RS e SC apresentaram uma incidência maior do que a primeira onda, sendo em alguns casos quase o dobro da primeira, como mostra a Tabela 1.

Tabela 1: Incidência e coeficiente de mortalidade e taxa de letalidade (TL) para cada estado brasileiro em cada onda de transmissão da COVID-19. Dados analisados até 18/04/2021.

UF	1ª onda			2ª onda			3ª onda		
	Casos/ 100k hab.	Óbitos/ 100k hab.	TL	Casos/ 100k hab.	Óbitos/ 100k hab.	TL	Casos/ 100k hab.	Óbitos/ 100k hab.	TL
AC	3491.86	81.98	2,35%	1283.65	16.32	1,27%	3774.42	62.47	1,65%
AL	2720.39	70,01	2,57%	923.30	17.19	1,86%	5114.32	119.62	2,34%
AM	4299.57	120,90	2,81%	4472.95	177.58	3,97%	-	-	-
AP	5881.89	90,34	1,54%	4010.49	44.45	1,10%	2300.14	38.66	1,68%
BA	2374.47	55.59	2,34%	965.94	14.68	1,52%	2457.53	46.06	1,87%
CE	3055.01	103.36	3,38%	3767.60	74.41	1,97%	-	-	-
DF	7118.93	126.45	1,78%	2327.58	33.99	1,46%	2715.18	78.66	2,90%
ES	3618.50	95.92	2,65%	4114.51	63.47	1,54%	2641.90	56.41	2,13%
GO	3988.00	96.96	2,43%	1425.10	31.44	2,20%	2058.91	66.45	3,22%
MA	2730.24	63.60	2,33%	888.00	33.44	3,76%	-	-	-
MG	1752.53	47.43	2,70%	2156.22	45.17	2,10%	2135.74	50.56	2,37%
MS	3076.91	64.05	2,10%	2835.81	55.77	1,97%	2616.09	67.03	2,37%
MT	4231.03	118.87	2,81%	2458.39	47.75	1,94%	3151.27	94.07	2,99%
PA	3415.16	88.98	2,61%	1829.50	49.34	2,70%	-	-	-
PB	3374.80	82.00	2,43%	1595.32	29.88	1,87%	1999.86	48.48	2,42%
PE	1742.58	94.55	5,42%	2256.17	43.68	1,94%	-	-	-
PI	3790.63	82.60	2,18%	3172.22	63.42	2,00%	-	-	-
PR	1948.85	57.79	2,97%	3194.49	44.26	1,39%	2789.07	75.91	2,72%
RJ	1833.62	121.08	6,60%	1625.03	77.75	2,17%	615.19	40.43	6,57%
RN	2388.52	77.16	3,23%	1824.34	21.84	1,20%	1855.31	46.59	2,51%
RO	4032.46	87.83	2,18%	7473.22	182.30	2,44%	-	-	-
RR	11342.75	132.89	1,17%	4133.97	105.65	2,55%	-	-	-
RS	1969.01	52.71	2,68%	2841.30	47.30	1,66%	3291.92	103.83	3,15%
SC	3208.88	45.09	1,40%	4841.80	48.79	1,01%	3895.25	81.71	2,00%
SE	3740.38	100.40	2,68%	2846.43	28.40	1,00%	1688.91	43.24	2,56%
SP	2452.00	91.67	3,74%	1994.14	43.56	2,18%	1534.41	57.16	3,72%
TO	4901.56	74.19	1,51%	2061.39	19.64	0,95%	2761.39	57.09	2,07%

\* Destaques em vermelho representam estados que já superaram a incidência de casos em relação à primeira onda;  
 \*\* Destaques em amarelo mostram estados que superaram o coeficiente de mortalidade em relação à primeira onda.  
 \*\*\* A TL apresentada nesta tabela está super notificada, detalhamento sobre o seu cálculo é apresentado na próxima subseção.

Os estados do AM, CE, DF, MT, RJ, RR e SE apresentaram os maiores coeficientes de mortalidade (cerca de 100 óbitos/100.000 habitantes) pela COVID-19 na primeira onda da doença. Já na terceira onda, os maiores indicadores de mortalidade foram observados nos estados de AL e RS (Tabela 1).

Apesar do Amazonas ter apresentado uma alta incidência de casos no início da pandemia, a sua segunda onda de casos e óbitos foi ainda maior, com um aumento de 47% no coeficiente de mortalidade, se comparado com a primeira onda. Rondônia também teve valores alarmantes em sua segunda onda, em comparação com a primeira. O estado mostra uma mortalidade 107,56% maior se comparada com a mortalidade da primeira onda.

Dos estados que apresentaram uma terceira onda, AL (crescimento de 70,73%), MG (crescimento de 6,6%), MS (crescimento de 4,65%), PR (crescimento de 31,35%), RS (crescimento de 31,35%) e SC (81,21%) já superaram a taxa de mortalidade em relação à primeira onda.

### 2.3 Taxa de letalidade: alto nível de subnotificação nos estados

Na Tabela 1 apresentamos a taxa de letalidade (TL) (número de óbitos reportados/número de casos reportados) em todas as ondas identificadas até o momento no país. Esta taxa é superestimada, ou seja, bastante acima do valor real da taxa de mortalidade causada pela COVID-19. Isso se dá pela alta subnotificação de casos reportados. Existem variações nesta taxa de mortalidade de região para região, devido às diferentes condições da população, como por exemplo, níveis de pobreza e acesso ao sistema de saúde, dentre outros. Pesquisas realizadas pela Organização Mundial da Saúde estimam que esta taxa é menor do que 0,015 [7]. Isso significa que se em uma região a taxa de mortalidade por COVID-19 é de 0,015, então 1,5% das pessoas infectadas por COVID-19 têm um desfecho de óbito. Como podemos observar na Tabela 1, a taxa calculada para os estados nas 1ª, 2ª e 3ª ondas variam de estado para estado e estão acima de 1,5%, com exceção de RR na primeira onda, SC na primeira e segunda ondas, e AC, AP, PR, SE e TO, na segunda onda. Todos os estados que estão vivendo uma terceira onda apresentaram valores da TL mais baixos na segunda onda, contudo, é preocupante o nível de subnotificação em parte dos estados (AM, CE, PE, RJ, RN, SP, RS, MA), chegando a apresentar uma TL maior que 3% (Tabela 1). A subnotificação de casos prejudica o rastreamento e controle da doença e impede o acompanhamento e evolução da mesma no país, retardando, assim, a tomada de decisões para conter o crescente aumento no número de óbitos, bem como por recursos hospitalares (o que inclui não apenas leitos, mas também insumos como oxigênio medicinal e remédios).

## 2.4 Projeções

A Figura 4 traz projeções de casos, para os próximos 15 dias, para cenários pessimistas (em verde) e otimistas (em vermelho). Os estados do RJ, SP, MA, SE, PA, PI, PE, MS, MG, AL, CE, e ES apresentam uma tendência futura ainda de crescimento no número de casos. Já os estados de RR, PB, BA, DF, TO, AC, AM, AP, RS, RO, PR, RN, SC, MT e GO demonstram uma tendência de queda para os próximos 15 dias.



Figura 4: Projeção no número de casos acumulados para os próximos 15 dias. A caixa preta corresponde ao número de casos do dia 14/04/2021 (data de dados disponíveis utilizada no ajuste do modelo), a caixa verde representa um cenário leve, cinza moderado e vermelho pessimista. A caixa representa a Projeção até 29/04/2021.

O valor de  $R_t$  para cada estado é apresentado na Figura 5. Os valores aqui apresentados levam em consideração a transmissão assintomática, ou seja, os infectados que não apresentaram sintomas. É importante salientar que o número de reprodução efetivo ( $R_t$ ) traz uma estimativa do número de novos casos gerados por pessoas infectadas em uma data  $t$ . Ao acessarmos a série de novos casos, é possível acompanhar as ondas de casos ao longo do tempo. Quanto mais rápido for a notificação de casos identificados na população, melhor será o alerta reportado pelo valor de  $R_t$ , que deve estar abaixo de 1 por um longo período de tempo, de modo a se garantir que a transmissão está em um patamar de controle. Os valores também levam em consideração a transmissão assintomática, ou seja, de infectados que não apresentam sintomas.

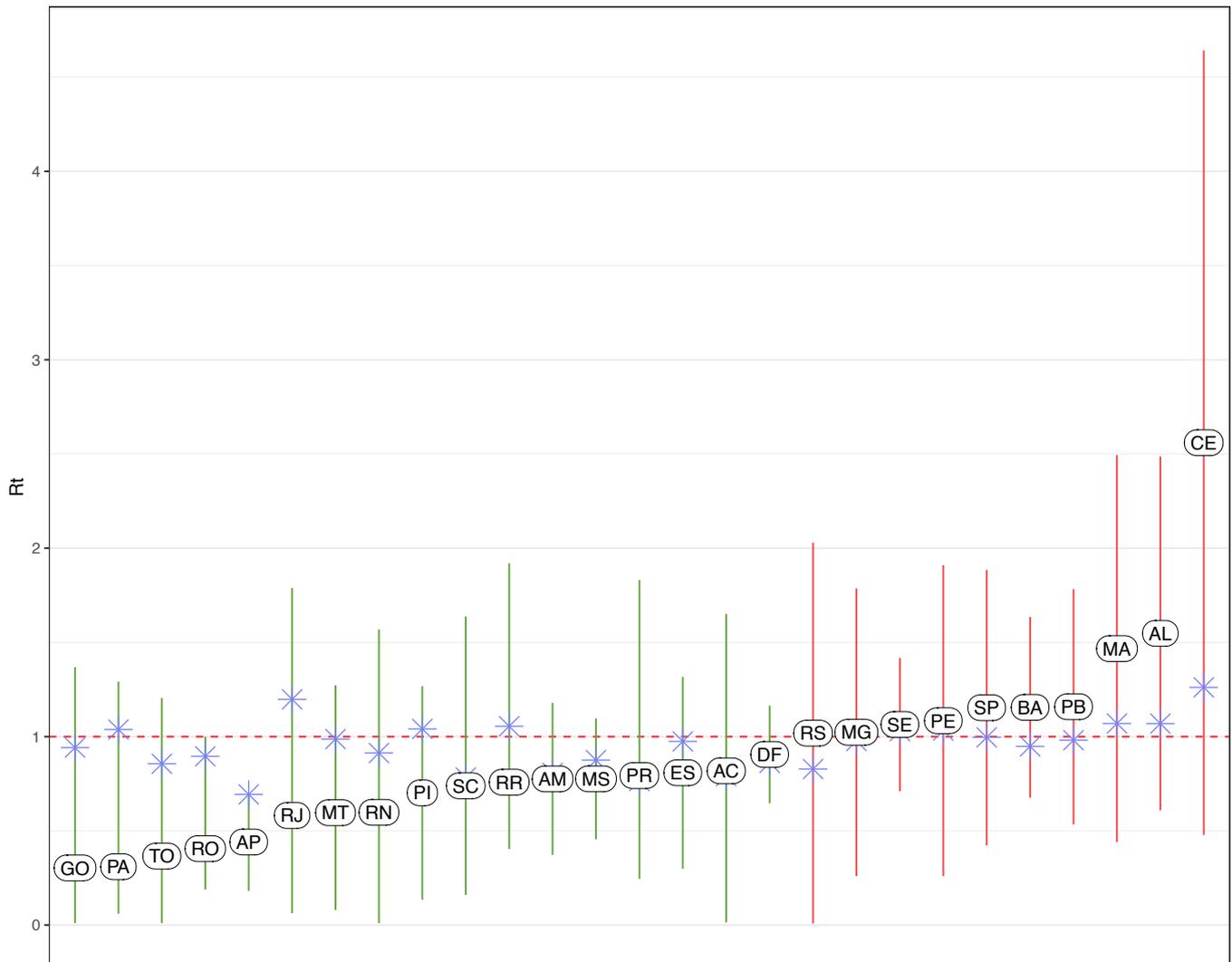


Figura 5: Valor do  $R_t$  para o dia 16/04/2021 para cada estado brasileiro. As linhas verticais representam o intervalo de confiança (95%). Os asteriscos mostram a média do  $R_t$  nos últimos 15 dias.

Para o dia 16/04/2021 o Ceará apresentou a maior taxa de  $R_t$  dentre todos os estados, sugerindo que neste dia a cada 100 infectados, 255 novos foram gerados. É possível observar ainda que neste dia os estados que apresentaram as maiores taxas de  $R_t$  estão na região Nordeste. Devido a flutuações na série de notificações de casos, é possível que o valor de um dia esteja abaixo de 1, porém, é importante ressaltar que a tendência nos últimos 15 dias pode ainda estar acima de 1. Neste sentido, sugerimos cautela na visualização desta série.

### 03. A progressão da Covid-19 na Bahia

O aumento de casos no início de 2021 assustou a população brasileira e repercutiu fora do país. Alguns estados presenciaram o colapso do sistema de saúde e outros tiveram ocupação acima de 80%, inclusive com saturação de leitos hospitalares. Para concluir as análises deste Boletim apresentamos o modelo SEIHDR, desenvolvido em [12]. Este modelo separa a população em grupos que dependem do seu status epidemiológico entre Suscetíveis (pessoas que estão aptas a se infectar pelo COVID-19), Expostos (pessoas infectadas e que no período de incubação viral, ainda não transmitem a doença), Infectados (infectado e que transmite a doença, podendo ser assintomático ou sintomático), pacientes que necessitam de UTI (compartimento U) e leitos de enfermaria (compartimento H), e por fim aqueles que vêm a óbito (D). O modelo tem sido ajustado desde o início da pandemia no estado e apresentou resultados precisos, que auxiliam no acompanhamento da pandemia e disponibilidade de leitos hospitalares e de UTI.

O estado registrou até o dia 15/04/2021 um total de 852.458 casos de COVID-19, com um total de 17.000 óbitos. Até o dia 06/05/2021 o nosso modelo projeta um total de 958.605 casos (podendo variar entre 924.214 e 992.996 casos) e 19.391 mortes (podendo variar entre 18.612 e 20.170 mortes). Estas projeções sugerem um crescimento de 12,45% (podendo variar entre 8,41% e 16,49%) no número de casos e 14% (podendo variar entre 9,48% e 10,86%) no número de óbitos.

Em 16/04/2021 o número de total de leitos disponibilizados no estado para atendimento a pacientes da COVID-19 era 3.408. Destes, 1.834 são leitos de enfermaria, com 62,98% de ocupação até esta data, e 1.574 são leitos de UTI, com 82,08% de ocupação. A Figura 6 traz o acompanhamento de casos, óbitos e ocupações em leitos de enfermarias e UTI no estado. Segundo os resultados obtidos, a Bahia apresenta uma tendência de queda no número de necessidades de leitos de enfermaria e UTI, a partir do dia 11/04. Apesar da queda no número de casos, óbitos e ocupação hospitalares, é necessário cautela no relaxamento das medidas no estado. Sugerimos que as projeções, para próximos 15 dias, estimadas pelo modelo apresentado neste Boletim, sejam acompanhadas de modo a evitar uma nova sobrecarga no sistema de saúde.

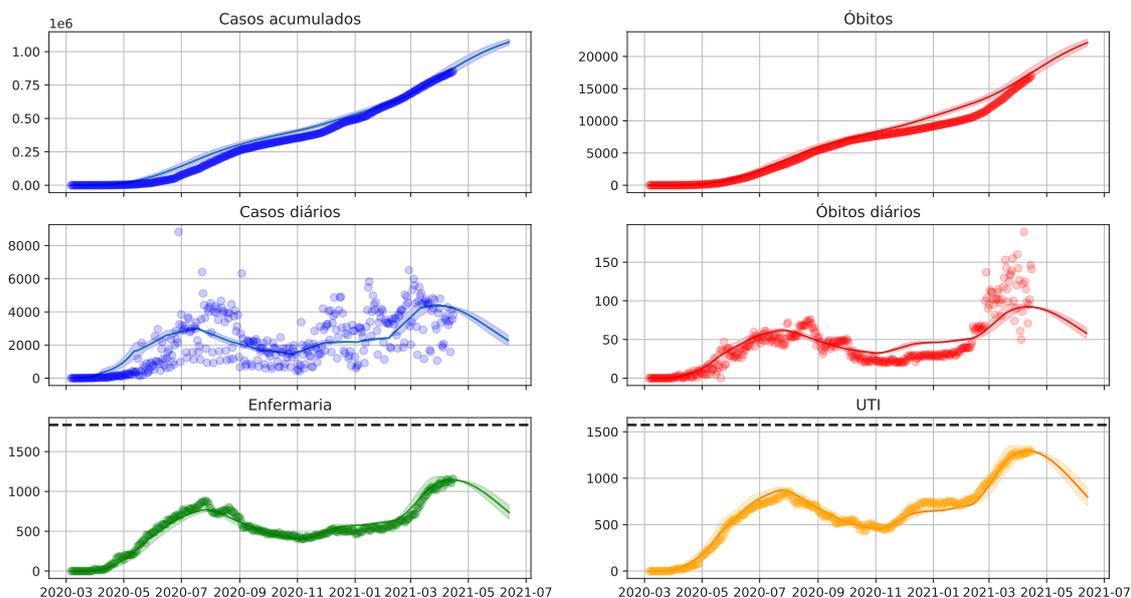


Figura 6: Acompanhamento de casos, óbitos e ocupações em enfermarias e UTI na Bahia. Os pontos correspondem aos dados reportados pela Secretaria de Saúde do estado da Bahia - SESAB. A linha preta tracejada corresponde ao número de leitos existentes no estado até o dia 15/04/2021.

## 04. Limitações

É importante destacar que as análises descritas nos boletins e outros documentos técnicos, que são divulgados para a comunidade, dependem da qualidade dos dados reportados. Atrasos nas notificações não foram levados em consideração em nossas análises e isto pode comprometer o acompanhamento da epidemia em tempo real. Além disso, para construir modelos que tentem capturar a dinâmica da transmissão da doença, informações como, por exemplo, o tempo que um paciente necessita de tratamento no serviço de saúde, seja ele em enfermaria ou UTI, variações na taxa de mortalidade, assim como medidas que possam estimar com uma maior precisão a transmissibilidade de pessoas assintomáticas, são cruciais para explicar possíveis variações na incidência de casos e no número de óbitos.

## 05. Recomendações

- Apesar de alguns estados apresentarem queda nas curvas de casos e óbitos, o momento é de mitigação e vacinação. Segundo a tendência vista do início da epidemia até a data em que as análises deste boletim foram realizadas, o Brasil apresentava um cenário de calamidade sanitária.
- O uso de máscaras, com maior poder protetivo, reforçar/manter restrições que proibam as aglomerações, reforçar medidas de distanciamento em ambientes públicos, assim como a higienização dos equipamentos e materiais de contato, disponibilização de produtos para que as pessoas possam higienizar suas mãos, são medidas que devem permanecer como práticas na rotina da população. É crucial, neste momento, que o número de vacinados aumente, e isto vale tanto para a primeira, quanto para a segunda dose da vacina, uma vez que o aumento no número de pessoas imunizadas pode diminuir as chances de que novas ondas da pandemia causem um impacto semelhante ou pior ao presenciado até o momento;
- A atenção deve ser dada em períodos pós-festivos (Natal, Carnaval, Dias das Mães, São João etc.). Períodos pós-festivos marcam pontos de maior potencial de disseminação da doença e pode ser um fator de alto risco para uma população que não esteja preparada para o impacto do crescimento rápido de casos e necessidades hospitalares;
- Mobilizar e treinar em cuidados intensivos profissionais de saúde formalmente habilitados;
- Estimular a produção local e nacional de equipamentos necessários para as UTIs;
- Estimular a pesquisa e produção tecnológica, que visem aprimorar a vigilância em saúde da população, tanto a nível individual como em níveis ecológicos, com estudos que deem prioridade a estratégias que reduzam o impacto a população mais vulnerável;
- Para a Bahia, cautela nas medidas de reabertura em face à ainda recente queda da tendência no número de novos casos, óbitos e internações e, em particular, quanto à liberação na realização de eventos com público de até 50 pessoas e transportes superlotados, considerando que as aglomerações são um dos principais motores de transmissão dos vírus respiratórios.

## 06. Canais de comunicação

Para acompanhar a projeção das curvas de casos, óbitos e evolução do Rt para dias anteriores e futuros, sugerimos que o leitor acesse a Plataforma de Modelos <https://modelacovid19.rondonia.fiocruz.br>. Nela apresentamos resultados descritos neste boletim, assim como as séries para cada estado (e em breve para regiões de saúde e municípios). Nesta plataforma é possível também visualizar o efeito da transmissão assintomática na dinâmica da transmissão do SARS-CoV-2 no Brasil.

## 07. Referências

- [1] Jorge, Daniel CP, et al. "Assessing the nationwide impact of COVID-19 mitigation policies on the transmission rate of SARS-CoV-2 in Brazil." medRxiv (2021): 2020-06.
- [2] Buss, Lewis F., et al. "Three-quarters attack rate of SARS-CoV-2 in the Brazilian Amazon during a largely unmitigated epidemic." Science 371.6526 (2021): 288-292.
- [3] <https://brasil.elpais.com/brasil/2021-01-16/aqui-em-manaus-nao-e-segunda-onda-e-o-tsunami-inteiro-que-nao-deixem-isso-acontecer-no-resto-do-pais.html>
- [4] Tavares, N. Uma ponte para o futuro: comparação entre inoculação e políticas de imunidade coletiva contra Covid-19 em um cenário ainda sem a vacina. <https://modelacovid19.rondonia.fiocruz.br/news.html#collapseUma>
- [5] Edridge, Arthur WD, et al. "Seasonal coronavirus protective immunity is short-lasting." Nature medicine 26.11 (2020): 1691-1693.
- [6] Hansen, Christian Holm, et al. "Assessment of protection against reinfection with SARS-CoV-2 among 4 million PCR-tested individuals in Denmark in 2020: a population-level observational study." The Lancet (2021).
- [7] Ioannidis, John PA. "Infection fatality rate of COVID-19 inferred from seroprevalence data." Bulletin of the World Health Organization 99.1 (2021): 19.
- [8] Kissler, Stephen M., et al. "Projecting the transmission dynamics of SARS-CoV-2 through the postpandemic period." Science 368.6493 (2020): 860-868.
- [9] Viboud, Cécile, Wladimir J. Alonso, and Lone Simonsen. "Influenza in tropical regions." PLoS Med 3.4 (2006): e89.
- [10] Eleições 2020: datas do calendário eleitoral. <https://g1.globo.com/politica/eleicoes/2020/noticia/2020/07/02/eleicoes-2020-datas-do-calendario-eleitoral.ghtml>
- [11] <https://raw.githubusercontent.com/wcota/covid19br/master/cases-brazil-states.csv>
- [12] Oliveira, J.F., Jorge, D.C.P., Veiga, R.V. et al. Mathematical modeling of COVID-19 in 14.8 million individuals in Bahia, Brazil. Nat Commun 12, 333 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41467-020-19798-3>

## 08. Equipe

### **Andressa C. S. Ferreira**

Fundação Oswaldo Cruz - Rondônia, Brasil  
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7065238526876427>

### **Arthur Rios de Azevedo**

Universidade Federal da Bahia, Brasil  
Fundação Oswaldo Cruz - Rondônia, Brasil  
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7147796523952771>

### **Cynara Gomes Barbosa**

Professora Associada da Faculdade de Farmácia da Universidade Federal da Bahia, Brasil  
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1464729909848094>

### **Felipe A. C. Pereira**

Universidade de São Paulo, Brasil  
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7591280759781832>

### **Gilson Rabelo de Almeida Neto**

Universidade Federal da Bahia, Brasil  
Instituto de Saúde Coletiva (ISC/UFBA), Brasil  
Centro de Integração de Dados de Conhecimento para a Saúde (Fiocruz-BA), Brasil  
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9987309750543052>

### **Juliane F. Oliveira**

Fundação Oswaldo Cruz - Rondônia, Brasil  
Centro de Matemática da Universidade do Porto, Portugal  
Centro de Integração de Dados de Conhecimento para a Saúde (Fiocruz-BA), Brasil

### **Luciana L. Cardim**

Centro de Integração de Dados de Conhecimento para a Saúde (Fiocruz-BA), Brasil  
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8710470470524652>

### **Moreno S. Rodrigues**

Fundação Oswaldo Cruz - Rondônia, Brasil  
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3986188118296071>

### **Nívea B. da Silva**

Universidade Federal da Bahia, Brasil  
Centro de Integração de Dados de Conhecimento para a Saúde (Fiocruz-BA), Brasil  
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2365687224418330>

### **Pablo I. P. Ramos**

Centro de Integração de Dados de Conhecimento para a Saúde (Fiocruz-BA), Brasil  
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8669778446107111>

### **Paloma F. Oliveira**

Universidade Federal da Bahia, Brasil  
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6044669411234372>

### **Apoio**

Este trabalho tem apoio do Programa Fiocruz de Fomento à inovação: ideias e produtos inovadores - COVID-19, encomendas e estratégias - INOVA-FIOCRUZ (Processo VPPIS-005-FIO-20-2-40).

