

OBJETIVO

A publicação deste boletim informativo tem por objetivo apresentar as projeções semanais para os casos confirmados e de óbitos por COVID 19. As estimativas foram obtidas através de modelagens e simulações de séries temporais, buscando-se, dentro de uma margem de erro esperada, identificar padrões que venham a sinalizar comportamentos nas curvas, tais como: tendências, achatamentos, variações aleatórias, entre outras. Os resultados apresentados se relacionam às atualizações de dados até **31 de maio** e projetam estimativas para o período entre **1 e 7 de junho**.

CONTRIBUIÇÕES

Este documento pode contribuir para identificar quando as curvas de casos e de óbitos irão se achatar; apoiar decisões sobre adotar, restringir ou relaxar medidas de contenção ao vírus; alertar para a necessidade de adicionar capacidade e recursos aos leitos de UTI (Unidades de Terapia Intensiva); conscientizar sobre a relevância das medidas de isolamento; subsidiar os planos de retomada das atividades socioeconômicas; instalar hospitais de campanha; entre outras.

UM OLHAR SOBRE OS NÚMEROS

As próximas seções tratam sobre informações da pandemia COVID 19 envolvendo o número de casos confirmados, número de óbitos, taxas de crescimento e taxas de transmissibilidade.

Projeções realizadas entre 25 e 31 de maio

Conforme o Boletim 6, publicado na página do Centro de Ciências e Tecnologia – CCT/UFMG, sobre as projeções para a semana 25 a 31 de maio, os números continuam a evoluir. O Brasil atingiu mais de 500 mil casos e chegou próximo dos 30 mil óbitos, segundo as projeções. O Brasil está em segundo lugar no número de casos, perdendo para os Estados Unidos. Sobre o número de óbitos, o país ultrapassou França e Espanha, como havia sido mencionado. O vírus está agora se espalhando rapidamente pelo interior do país. Até a semana passada, segundo dados do Ministério da Saúde, os casos e óbitos já atingiam 3.701 dos 5.570 municípios, ou 66,44% das cidades. A média de casos e óbitos na semana foram, respectivamente, 21.677 e 950 registros. Quatro dos sete dias registraram mais de mil óbitos/dia. Por outro lado, o Brasil recuperou 206.555 pacientes, um aumento de 38% em relação à semana anterior. Todas as projeções para os casos e óbitos no Brasil foram assertivas em todos os dias da semana.

As projeções para São Paulo também foram assertivas. Esperava-se que fossem registrados 108.902 casos e 7.779 óbitos. Os valores reais ficaram em 109.698 e 7.615, respectivamente, na margem do intervalo de confiança – IC. Na Paraíba as projeções foram precisas. Previam-se 13.890 casos e 364 óbitos. Na margem de confiança, os valores foram 13.162 e 360.

Das 42 previsões, para casos e óbitos na semana, (7 dias x 2. casos/óbitos x 3. Brasil/São Paulo/Paraíba = 42), todas, ou 100%, foram assertivas dentro da margem de precisão.

Panorama descritivo

Segundo dados do *Center for Science and Engineering at Johns Hopkins University – JHU/CSSE* (2020), no mundo, os números apontam 6,2 milhões de casos, 372.657 óbitos e 2,66 milhões de recuperados. Em número de casos, o Brasil está em 2º lugar. Em número de óbitos o país está em 4º e em número de recuperados, segundo posto. Os principais números do Brasil são:

Casos 514.849	Óbitos 29.314	Recuperados 206.555	Letalidade 5,7%	Pico óbitos 1.188
------------------	------------------	------------------------	--------------------	----------------------

O **Brasil** tem 514.849 casos, média de 5.363 nos 96 dias, desde o primeiro caso. O maior pico, 33.274 casos, foi alcançado no 95º dia, 30 de maio. Isso indica que o país ainda continuará na sua escalada crescente. Os falecimentos quase batem a casa dos 30 mil. A média de óbitos é de 386 por dia, desde o primeiro falecimento pelo COVID 19. O pico de óbitos continua sendo 1.188, alcançado no dia 21 de maio. A taxa de letalidade, que é o número de óbitos pelo o de casos confirmados, vem caindo, passando de 6,7% na semana anterior, para 6,2% da semana que se passou. A taxa de recuperação está em 40,11% sobre o número de casos confirmados. Segundo o website Worldometer (2020), o país realizou 930.013 testes, totalizando 4.378 por milhão de habitantes. O país está em 17º lugar em números absolutos e 124º posto, em testes por milhão de habitantes.

Na América do Sul, o Brasil lidera, em casos confirmados, casos ativos, óbitos, recuperados, novos óbitos e testes. Por milhão de habitantes, o país está em 4º em casos, 2º em mortes e 8º em testes. Venezuela, Paraguai e Suriname têm as menores taxas de óbitos por milhão de habitantes, 0,4; 2 e 2; em ordem. O índice de resiliência (RESR), que relaciona o número de recuperados, pelo total de óbitos no Brasil, é de 7,04, mostrando uma melhora nessa relação.

No Brasil, o Estado de **São Paulo** continua sendo o epicentro do país, com o maior número de casos e óbitos entre as unidades federativas.

Casos 109.698	Óbitos 7.615	Pico casos 6.382	Pico óbitos 324	Letalidade 6,9%
------------------	-----------------	---------------------	--------------------	--------------------

São Paulo tem 109.698 casos, média de 1.142 por dia e pico de 6.382, atingido no dia 28 de maio. No Estado foram registrados 7.615 óbitos, média de 100 por dia, cujo pico, 324, foi registrado no dia 19 de maio. A taxa de isolamento nos dias úteis da semana variou entre 51% e 53% na semana do feriado antecipado. Na **Paraíba**, os números aumentaram muito na semana que se passou.

Casos
13.162

Óbitos
360

Recuperados
2.492

Letalidade
2,7%

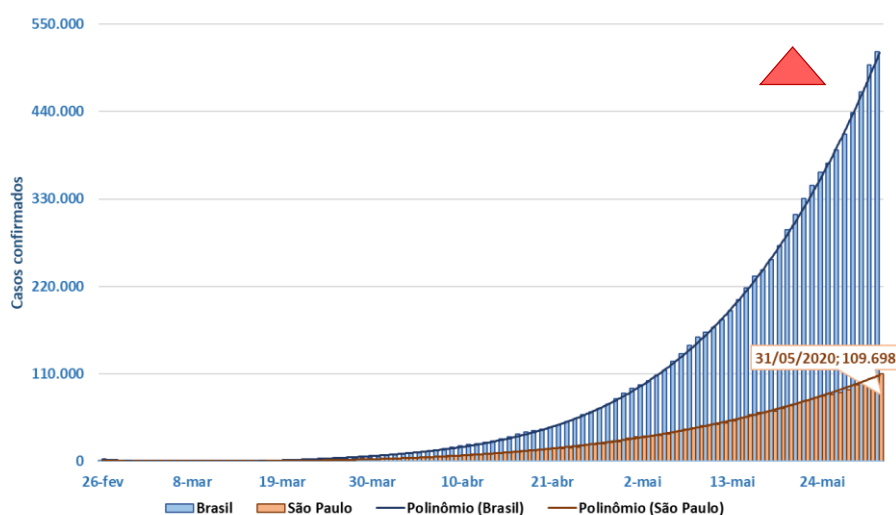
Ocupação UTI
71%

Os casos do COVID 19 na Paraíba permanecem aumentando. João Pessoa e Campina Grande respondem por 41,6% dos casos confirmados e 44,2% dos óbitos. O vírus está presente em 194 municípios. As médias de casos e óbitos por dia, desde os primeiros registros, são de 178 e 6, aproximadamente e em ordem. Houve um novo pico de óbitos no dia 29 de maio, de 20 falecimentos no mesmo dia. O Estado vem reduzindo a taxa de letalidade, que passou de 3,5% na semana anterior, para 2,7% na semana passada. A Paraíba adquiriu 413.915 testes e fez a distribuição de 130.705. João Pessoa e Campina Grande aplicaram, respectivamente 10.296 e 2.979 testes. A taxa RESR está em 6,9, menor do que a semana anterior. Acredita-se que a velocidade de recuperação tenha sido menor na semana que se passou. Segundo a Secretaria Estadual de Saúde, as taxas de ocupação de leitos no SUS estão em 51% e 71% para enfermaria e UTI. As taxas permaneceram praticamente constantes durante a semana.

Novas projeções para o período de 1 a 7 de junho

Nesta subseção são apresentadas as projeções da semana para os casos acumulados e número de óbitos acumulados no Brasil e nos Estados de São Paulo e Paraíba. Essas estimativas são para o curto prazo, período compreendido entre 1 e 7 de junho. A Figura 1 ilustra o número de casos acumulados no Brasil e em São Paulo entre 26 de fevereiro e 31 de maio.

Figura 1 – Casos acumulados no Brasil e em São Paulo



Fonte: Oliveira (2020)

Na Figura 1, de acordo com as linhas de tendência, azul e marrom, ambas ajustadas por um modelo polinomial de 4ª ordem, observa-se o crescimento de casos no Brasil e em São Paulo. No Brasil o crescimento parece ser mais agudo em relação aos casos acumulados de São Paulo. Em ambas as situações um crescimento é projetado, segundo linhas de tendência.

As Figuras 2 e 3, ilustram os atuais casos acumulados e novos casos para São Paulo, com as linhas de tendência ajustadas e sem expansão do horizonte de projeção.

Figura 2 – Casos acumulados em São Paulo

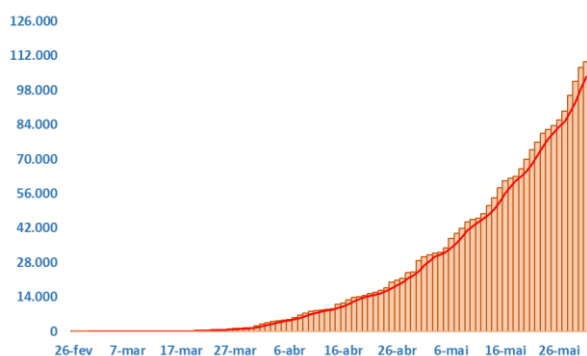
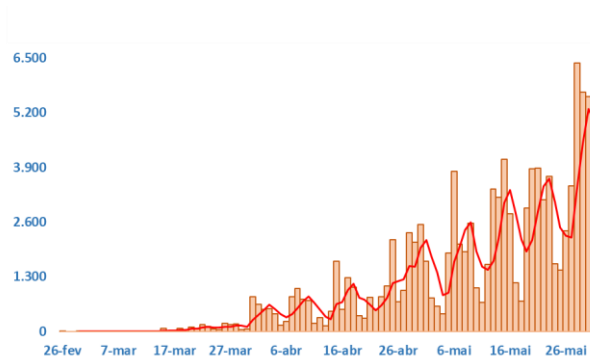


Figura 3 – Novos casos em São Paulo



Fonte: Oliveira (2020)

Na Figura 2 é possível visualizar ainda a tendência de crescimento dos casos confirmados para o Estado de São Paulo, conforme a linha vermelha. Para os novos casos (Figura 3), observa-se um crescimento cíclico com tendência. Semanalmente os picos vêm sendo superados, como mostra o gráfico. Não houve o achatamento da curva de forma a verter o eixo de tendência, do crescimento, para o decrescimento. As Figuras 4 e 5 ilustram as curvas para o número de óbitos em São Paulo.

Figura 4 – Óbitos acumulados em São Paulo

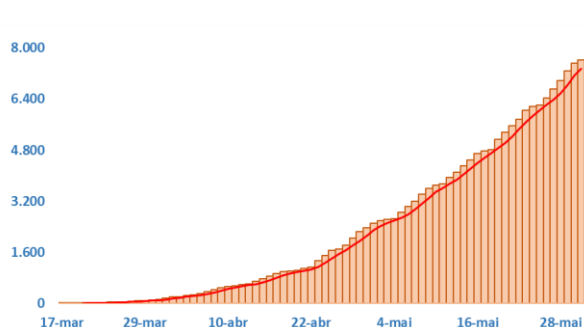
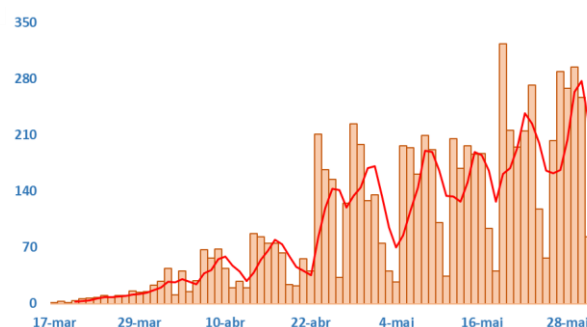
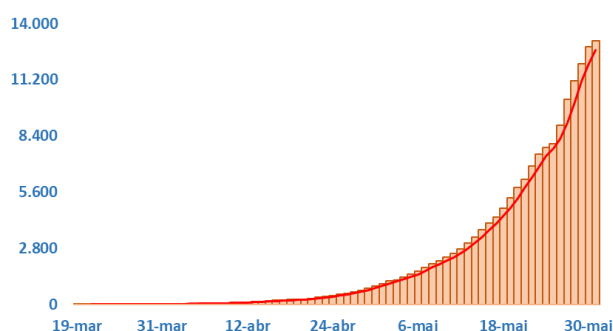
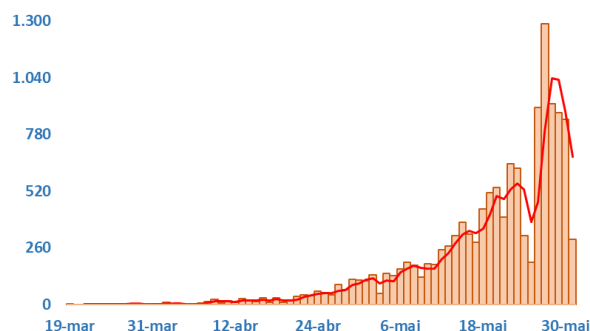


Figura 5 – Novos óbitos em São Paulo



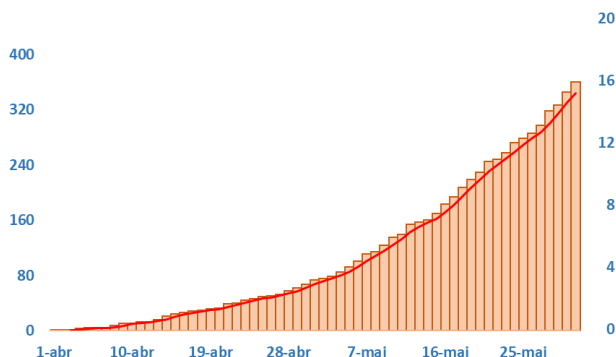
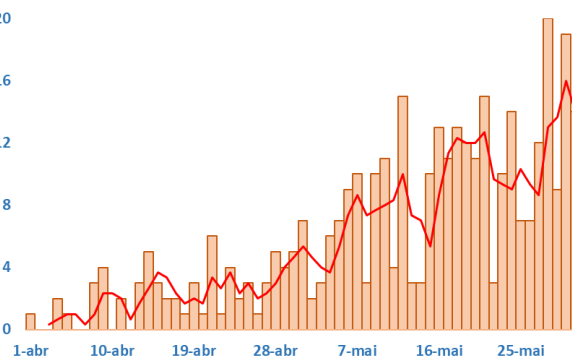
Fonte: Oliveira (2020)

Nos óbitos acumulados, segundo a Figura 4, a tendência é de crescimento. Segundo a Figura 5, o aumento de novos óbitos deverá voltar a ocorrer, como mostra a curva de tendência. É bom ressaltar que o Estado tem manejado bem as taxas de ocupação dos leitos de UTI, tanto na zona metropolitana, como no Estado, atingindo, até a data de ontem, 31 de maio, 84,7% e 71,6%. As Figuras 6 e 7 ilustram as curvas de casos para a Paraíba.

Figura 6 – Casos acumulados na Paraíba**Figura 7 – Novos casos na Paraíba**

Fonte: Oliveira (2020)

A linha de tendência exibida na Figura 6 demonstra um crescimento substancial do número de casos na Paraíba. Essa tendência pode ser evidenciada nos casos diários ilustrados na Figura 7. Apesar da linha de tendência apontar para um declínio, vale salientar que isso deve ocorrer em razão do comportamento cíclico já mencionado. Todavia, observada toda a série histórica, é possível atestar que os casos estão evoluindo em uma tendência crescente de picos maiores que vão ocorrendo semana a semana. As Figuras 8 e 9 mostram as curvas de óbitos no Estado.

Figura 8 – Óbitos acumulados na Paraíba**Figura 9 – Novos óbitos na Paraíba**

Fonte: Oliveira (2020)

Os óbitos na Paraíba continuam crescendo, conforme linha de tendência mostra da Figura 8. Os picos diários foram mais agudos na semana passada, conforme Figura 9. A ocupação dos leitos de enfermaria e de UTI tem sido, até o momento, bem administradas, uma vez que não se alcançou a taxa de 80%, apesar de ter sido constatado um aumento de 32% no número de óbitos, de uma semana para outra. Portanto, a tendência é que os óbitos continuem subindo. A partir dessa semana, os boletins informativos irão mostrar a situação das cidades de João Pessoa e Campina Grande, como aquelas responsáveis pelo maior número de casos e óbitos no Estado. As Figuras 10 e 11 ilustram as curvas de casos e óbitos acumulados nessas cidades.

Figura 10 – Casos em João Pessoa e Campina Grande

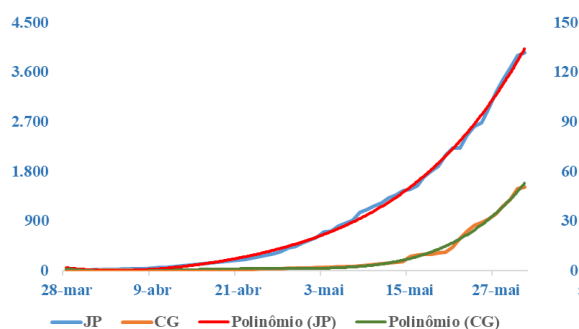
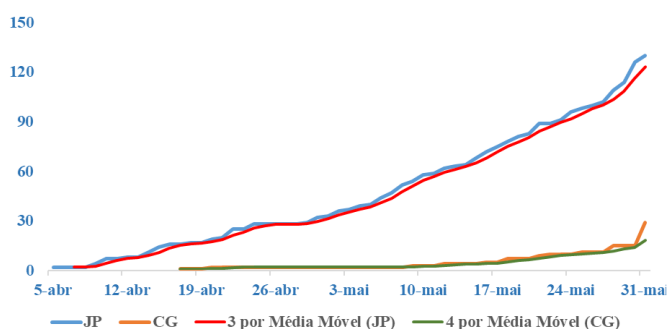


Figura 11 – Óbitos em João Pessoa e Campina Grande

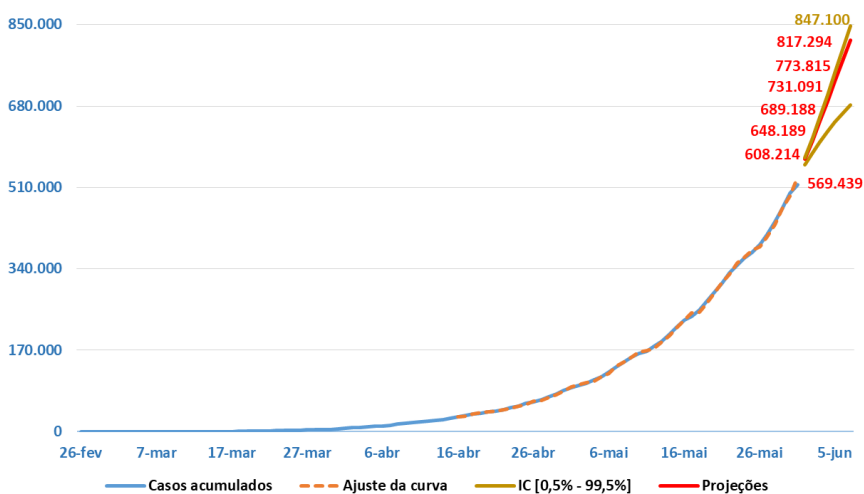


Fonte: Oliveira (2020)

Segundo as linhas de tendência, ajustadas por um modelo polinomial de 4º ordem, os casos acumulados em João Pessoa e Campina Grande apresentam comportamento crescente, como mostra a Figura 10. Na Figura 11 é possível observar que os óbitos acumulados na cidade de João Pessoa estão crescendo, mas numa taxa menor se comparados aos casos registrados. Na cidade de Campina Grande a taxa de óbitos é mais estável do que a de João Pessoa. Todavia, é possível observar, segundo a linha de tendência ajustada por uma média móvel de quatro períodos, que nos últimos dois dias da semana houve um salto nos óbitos.

Sobre a consistência dos números, é preciso relatar que há diferenças no registro de casos e óbitos dessas cidades no banco de dados do Ministério de Saúde e das respectivas secretarias de saúde. Os gráficos das Figuras 10 e 11 foram plotados a partir dos dados do Ministério da Saúde. Considerando essas discrepâncias, decidiu-se por não apresentar as projeções para as cidades, até que haja a devida correção dos números. A seguir, a Figura 12 mostra a projeção para os próximos setes dias, 1 a 7 de junho, sobre o número de casos acumulados no Brasil.

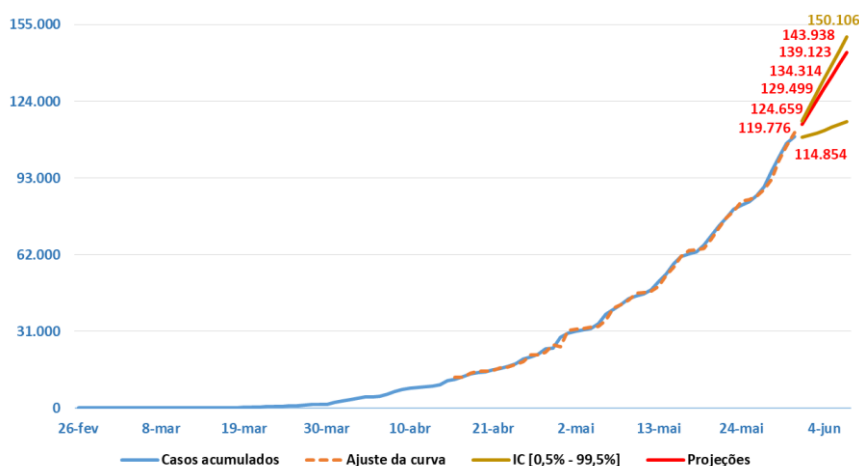
Figura 12 – Projeções de casos para o Brasil



Fonte: Oliveira (2020)

De acordo com as projeções ilustradas na Figura 12, o Brasil continuará a sua escalada aos incríveis 1 milhão de casos acumulados. Nessa semana, o país baterá a marca de 800 mil casos, podendo chegar a quase 850 mil. São números que impressionam e que reforçam a relevância de se manter as medidas de contenção. Alcançando-se esse número, o Brasil permanecerá na segunda colocação no ranking mundial. A Figura 13 ilustra os casos projetados para o Estado de São Paulo.

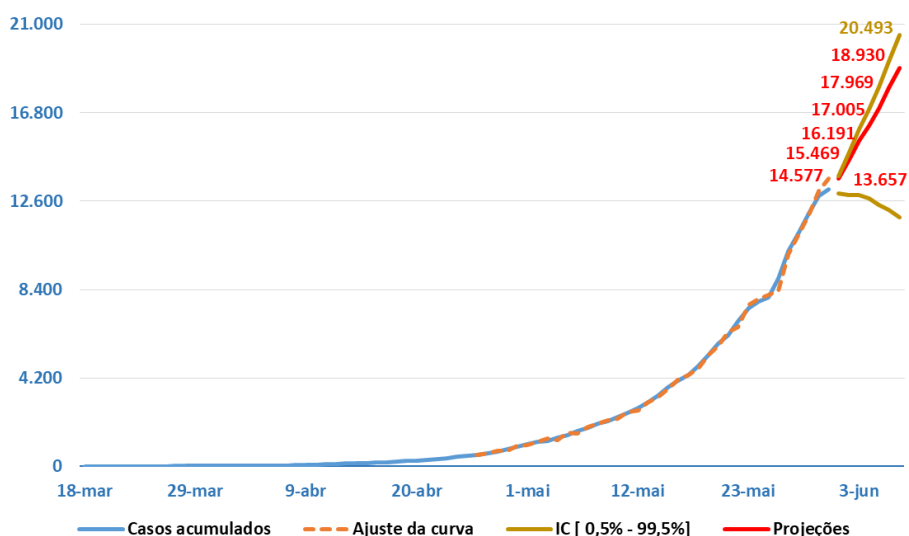
Figura 13 – Projeções de casos para São Paulo



Fonte: Oliveira (2020)

São Paulo deve passar dos atuais 109.698 casos para 142 mil casos, podendo chegar a 150 mil registros ao final dessa semana. É um número significativo de casos confirmados que reforçam o Estado ainda como o epicentro no Brasil. A Figura 14 mostra os casos acumulados projetados para o Estado da Paraíba.

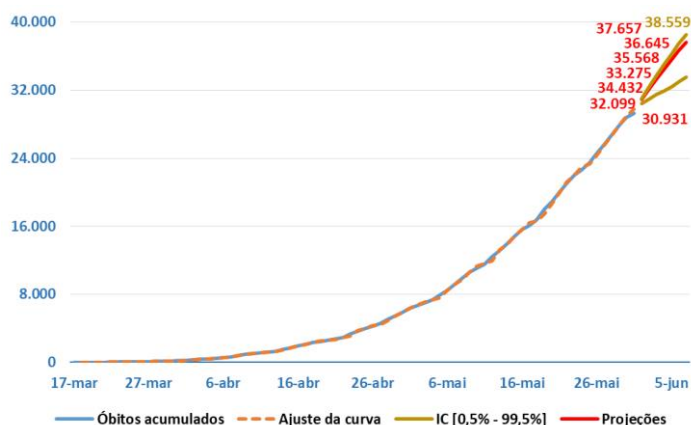
Figura 14 – Projeções de casos para a Paraíba



Fonte: Oliveira (2020)

Na Paraíba os casos acumulados poderão chegar a quase 19 mil, podendo ultrapassar os 20 mil casos, dentro da margem intervalar de erro. As projeções continuam sinalizando aumentos nos casos registrados. Não há quaisquer sinais de que a curva de casos venha a se estabilizar. A Figura 15 mostra as projeções para o número acumulado de óbitos no Brasil.

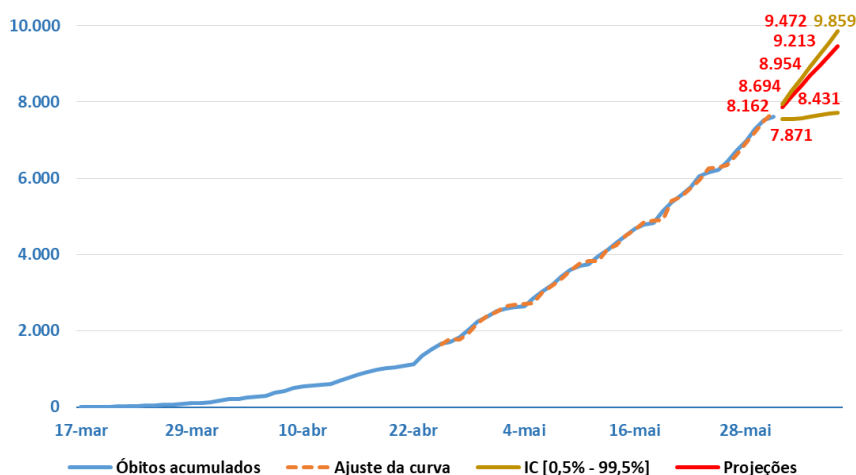
Figura 15 – Projeções de óbitos para o Brasil



Fonte: Oliveira (2020)

Para os óbitos acumulados no Brasil, a expectativa das projeções é que o país ultrapasse os 37 mil mortos, podendo chegar a 38.559 na margem de erro. Certamente o Brasil deverá assumir o posto da Itália no número de óbitos. A Figura 16 mostra a curva acumulada de óbitos para São Paulo.

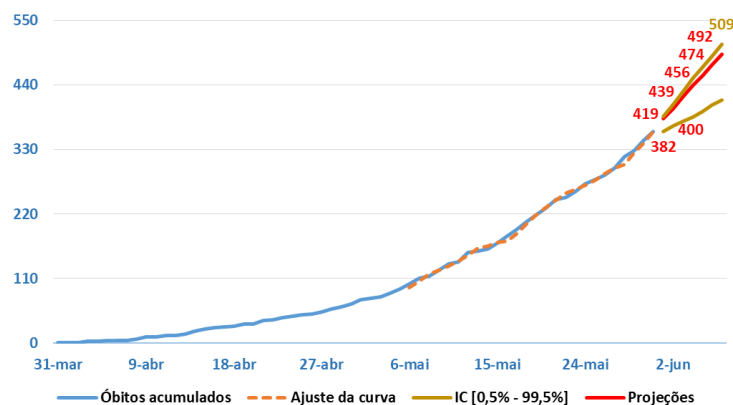
Figura 16 – Projeções de óbitos para São Paulo



Fonte: Oliveira (2020)

A projeção para o Estado de São Paulo é de 9.472 óbitos, podendo atingir até 9.859 mortes, segundo a margem de erro. Constata-se ainda, segundo projeções, que há uma tendência de aumento dos falecimentos, embora a taxa de crescimento tenha diminuído nessas últimas semanas. A Figura 17 mostra o número acumulado de óbitos, incluindo as sete projeções para o Estado da Paraíba.

Figura 17 – Projeções de óbitos para a Paraíba



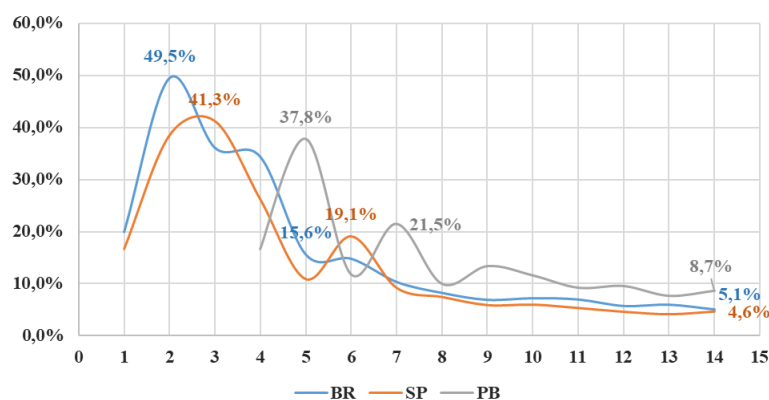
Fonte: Oliveira (2020)

Na Paraíba os óbitos poderão chegar perto de 500. O valor projetado é de 492 falecimentos, podendo chegar a 509 dentro da margem de erro. Ainda não é possível visualizar tendência de estabilização da curva na zona de platô.

Taxas de crescimento

Nessa seção são apresentados gráficos que demonstram as taxas de crescimento semanal de uma semana para outra, no sentido de se detectar quedas ou aumentos na velocidade com que os casos e óbitos ocorrem. A Figura 18 ilustra o comportamento das variações semanais do Brasil, São Paulo e Paraíba. Pelos motivos já expostos, não serão visualizadas as variações para João Pessoa e Campina Grande.

Figura 18 – Variação percentual semanal de casos acumulados

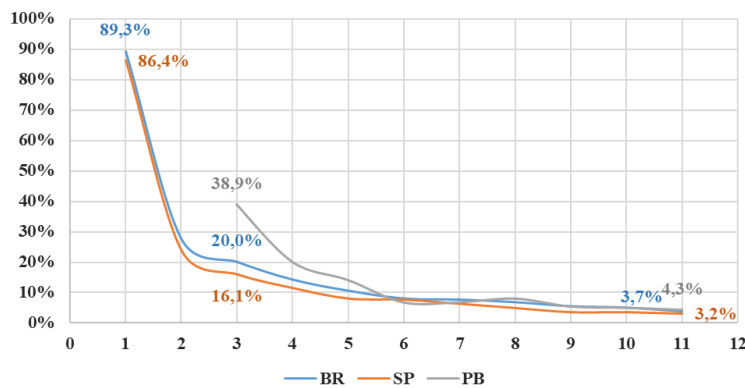


Fonte: Oliveira (2020)

Segundo mostra a Figura 18, as variações diárias médias semanais, calculadas como a média das variações percentuais dia a dia na semana, foram reduzidas ao longo do tempo após as medidas de contenção ao vírus. O Brasil vem consistentemente reduzindo suas taxas médias semanais de crescimento. Até ontem, 31 de maio, o percentual estava em 5,1%. São Paulo vinha num ritmo parecido, mas apresentou um pico de crescimento na semana 6, entre 30 de março e 6 de abril. Até a semana 9, 20 a 26 de abril, a Paraíba vinha oscilando. Hoje, o Estado tem uma taxa média de crescimento apresentado na semana passada de 8,7%. Ainda é uma taxa que merece ser monitorada, no sentido de verificar a eficácia das medidas de contenção.

A Figura 19 apresenta o comportamento do crescimento percentual médio semanal para os óbitos acumulados.

Figura 19 – Variação percentual semanal de casos acumulados



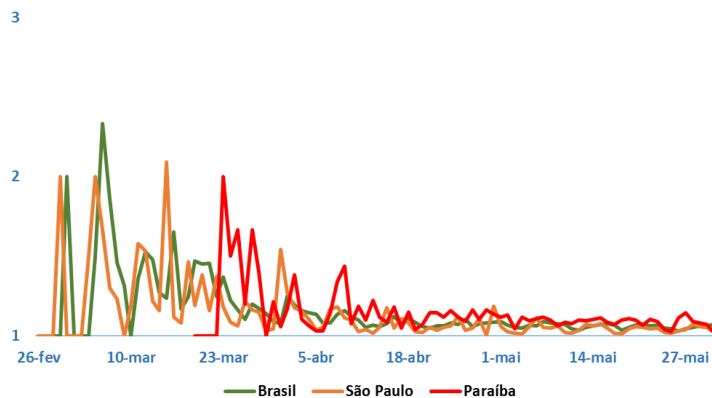
Fonte: Oliveira (2020)

De acordo com a Figura 19, observa-se que o comportamento de crescimento dos óbitos no Estado de São Paulo é bem parecido com o do Brasil. São Paulo responde por um quarto dos óbitos no país. É evidente que os primeiros óbitos no Brasil foram registrados em São Paulo. A partir da sexta semana as taxas de crescimento foram sistematicamente sendo reduzidas ao longo dos dias. Hoje, o Brasil tem uma taxa de 3,7%, São Paulo 3,2% e a Paraíba, um pouco mais alta, 4,3%. Essas taxas se referem à média da semana passada. Espera-se que essas taxas caiam nas próximas semanas, mantendo essa tendência de queda no crescimento. A ideia de se utilizar os dois gráficos, Figuras 18 e 19, é avaliar quando esta taxa de crescimento irá se estabilizar próximo de zero, quebrando o ciclo de se ter mais óbitos, notadamente, mais casos do que nos dias anteriores.

Comportamento da transmissibilidade

A Figura 20 ilustra a taxa de transmissibilidade (T_d), que é a relação entre os casos acumulados no dia " t " pelos casos no dia " $t-1$ ". As taxas mostradas se referem aos dados atualizados até o dia 31 de maio, relacionando o Brasil e os Estados de São Paulo e Paraíba.

Figura 20 – Efeito da transmissibilidade no Brasil, São Paulo e Paraíba



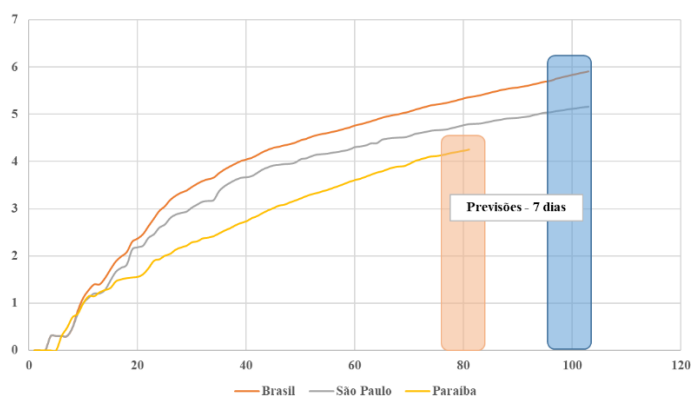
Fonte: Oliveira (2020)

Conforme a Figura 20, observada apenas a taxa de transmissibilidade T_d , o comportamento da transmissão tem se mantido estável nas últimas semanas. Até o dia 31 as médias do Brasil, São Paulo e Paraíba eram 1,16 – 1,14 – 1,15, respectivamente. As médias da semana ficaram em 1,05 – 1,04 – 1,08. São Paulo permaneceu estável em relação à semana anterior. Brasil e Paraíba reduziram o T_d . Um dos indicativos mais sintomáticos é o T_d do dia. O Brasil, no dia 31 de maio, tinha um T_d de 1,07, evidenciando que houve um aumento diário em relação à média da semana. São Paulo e Paraíba ficaram com 1,02, menor que a média semanal. Quanto mais esse número se aproximar de 1, melhor, significando que a transmissão perderá força.

Curvas logarítmicas projetadas

Para finalizar as análises desse boletim, gráficos em escala logarítmica foram plotados com as projeções para os próximos sete dias com a finalidade de verificar se o comportamento das curvas acumuladas, de casos e óbitos acumulados, se estabilizaria, ou apontar se as curvas estariam entrando na zona de platô. A Figura 21 ilustra os casos acumulados com as projeções para Brasil, São Paulo e Paraíba.

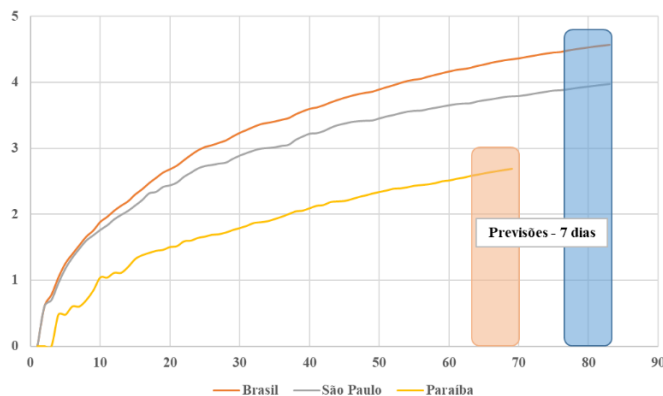
Figura 21 – Curva logarítmica de casos para Brasil, São Paulo e Paraíba



Fonte: Oliveira (2020)

Como se observa na Figura 21, Brasil, São Paulo e Paraíba ainda estão em fase de crescimento das curvas de casos acumulados, ou seja, elas não entraram na zona de platô. Já a Figura 22 mostra o comportamento das curvas para a variável óbitos acumulados.

Figura 22 – Curva logarítmica de óbitos para Brasil, São Paulo e Paraíba



Fonte: Oliveira (2020)

A Figura 22, para óbitos acumulados, mostra as curvas logarítmicas para Brasil, São Paulo e Paraíba com suas projeções. Observa-se que há ainda uma tendência de crescimento, embora as curvas de Brasil e São Paulo pareçam estar mais suavizadas do que aquelas da Figura 1, mas ainda não se pode ter certeza se essas curvas estão entrando na zona de platô.

COMENTÁRIOS FINAIS

Todas as projeções da semana passada foram confirmadas pelos modelos de previsão. Neste boletim, a ideia seria incluir projeções para as cidades de João Pessoa e Campina Grande. No entanto, devido à divergência de dados, não foi possível realizar as estimativas. Nesta semana, espera-se que o Brasil chegue a mais de 800 mil casos e 37 mil óbitos, infelizmente. Em São Paulo, estima-se que haverá um pouco mais de 140 mil casos e próximo de 9.500 óbitos. Na Paraíba os casos devem se aproximar de 19 mil registros e 500 óbitos.

Os gráficos para a variação percentual média semanal mostram que o crescimento de casos e óbitos vem desacelerando. Contudo, as curvas logarítmicas ainda sinalizam uma tendência de aumento nos casos e óbitos sem que haja evidências de que o comportamento dessas curvas entre na zona de platô.

As incertezas e a dinâmica do vírus podem afetar a assertividade das projeções, já que diversos fatores adjacentes e inter-relacionados, afastariam dessas estimativas, o verdadeiro valor das previsões. Por fim, os resultados contidos nesse informe são derivados de uma pesquisa em andamento, voluntária e não financiada, passível de revisão e focada no interesse maior de contribuir com a sociedade.

Campina Grande, 1 de junho de 2020.

Agradecimentos

Agradecemos à Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, ao Centro de Ciências e Tecnologia, à Unidade Acadêmica de Engenharia de Produção, ao CNPq e às pessoas envolvidas no desenvolvimento e publicação deste informe.

Desenvolvimento

O estudo está sendo conduzido e liderado, no âmbito do grupo de pesquisa Gestão da Produção e Sustentabilidade, pelo professor Dr. **JOSENILDO BRITO DE OLIVEIRA**, docente pesquisador lotado na Unidade Acadêmica de Engenharia de Produção.

Colaboração

Pedro Mateus Aguiar Barbosa – Apoio à pesquisa
Graduando em Engenharia de Produção (UFCG)

REFERÊNCIAS

GOVERNO DA PARAÍBA. <https://paraiba.pb.gov.br/diretas/saude/coronavirus/>

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. Coronavírus: casos em SP.
<https://www.seade.gov.br/coronavirus/>

HUMANITARIAN DATA EXCHANGE. Novel Coronavirus (COVID-19) Cases Data.
<https://data.humdata.org/dataset/novel-coronavirus-2019-ncov-cases>

JOHNS HOPKINS UNIVERSITY & MEDICINE. Covid 19 dashboard by Center for Systems Science and Engineering at JHU. <https://coronavirus.jhu.edu/map.html>

MINISTÉRIO DA SAÚDE – BRASIL. <https://covid.saude.gov.br/>

OLIVEIRA, J. B. BOLETIM INFORMATIVO VI. Projeções COVID 19: Casos e óbitos. Campina Grande: Universidade Federal de Campina Grande. 25 de maio de 2020. 11 p.

WORLDOMETER. COVID-19 Coronavirus Pandemic. <https://www.worldometers.info/coronavirus/>

Para citar este boletim:

OLIVEIRA, J. B. BOLETIM INFORMATIVO VII. Projeções COVID 19: Casos e óbitos. Campina Grande: Universidade Federal de Campina Grande. 1 de junho de 2020. 13 p.