

## Nota Técnica 8 – 15/04/2020

### Projeção de casos de infecção por COVID-19 no Brasil até 24 de abril de 2020

Amanda Batista<sup>1</sup>; Bianca Antunes<sup>1</sup>; Igor Peres<sup>1</sup>; Janaina Marchesi<sup>2</sup>; João Pedro Cunha<sup>1</sup>; Leila Dantas<sup>1</sup>; Leonardo Bastos<sup>1</sup>; Soraida Aguilar<sup>1</sup>; Fernanda Baião<sup>1</sup>; Paula Maçaira<sup>1</sup>; Silvio Hamacher<sup>1,2</sup>; Fernando Bozza<sup>3,4</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Engenharia Industrial, PUC-Rio, Brasil

<sup>2</sup>Instituto Tecgraf, PUC-Rio, Brasil

<sup>3</sup>Instituto D'Or de Pesquisa e Ensino - Rio de Janeiro (RJ), Brasil

<sup>4</sup>Instituto Nacional de Infectologia Evandro Chagas, Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ), Rio de Janeiro, RJ, Brasil

#### Introdução

O número de casos confirmados da COVID-19 no Brasil aumentou de 52 para 25.262 entre 11/03/2020 e 14/04/2020, representando um aumento de aproximadamente 486 vezes. Durante esse período, algumas medidas de contenção foram determinadas em nível municipal, estadual e nacional, visando frear o crescimento da epidemia. É essencial, portanto, continuar acompanhando a evolução da pandemia no país e reavaliar as projeções feitas para auxiliar no planejamento de ações ao combate à COVID-19, tais como: dimensionamento do número de leitos ([Nota Técnica 2](#) e [Nota Técnica 2.1](#)), alocação de profissionais de saúde e imposição de medidas de contenção ([Nota Técnica 3](#)).

Portanto, esta Nota Técnica (NT8) tem os seguintes objetivos:

(1) Analisar as predições de **casos confirmados da COVID-19** feitas na Nota Técnica 6 ([NT6](#)), “*Projeção de casos de infecção por COVID-19 no Brasil até 20 de abril de 2020*”, até a data de 14 de abril; e

(2) Atualizar a projeção de **casos confirmados da COVID-19** para os próximos 10 dias (isto é, de 15/04/2020 até 24/04/2020).

#### Análise das predições e dos dados observados até 14 de abril de 2020

As projeções de casos confirmados da COVID-19 apresentadas na [NT6](#) foram comparadas com os dados observados (i.e., número de casos confirmados) no período de 03 até 14 de abril de 2020. Como referência de comparação, utilizou-se o cenário mediano de predição (a predição mais provável). As predições foram avaliadas segundo a métrica de erro percentual absoluto médio (*Mean Absolute Percentage Error - MAPE*), que avalia o quanto o valor projetado desviou do valor observado em valores percentuais (ver Anexo 1). Ressalta-se que as predições da NT6 foram baseadas nas taxas de crescimento dos casos confirmados da COVID-19 em um conjunto de

países (Itália, Espanha, França, Alemanha, Suíça e Reino Unido) cujo comportamento era similar ao Brasil.

O Brasil reportou 25.262 casos observados em 14 de abril contra 30.311 estimados no cenário mediano, um erro percentual de 19,99%. O erro percentual médio para este período projetado foi de 13,52%. Em relação à predição do cenário otimista, o erro foi de apenas 2,88%, o que evidencia a pertinência da metodologia aplicada na NT6. A Figura 1 apresenta os valores projetados, realizados e o erro percentual para cada dia do período analisado.

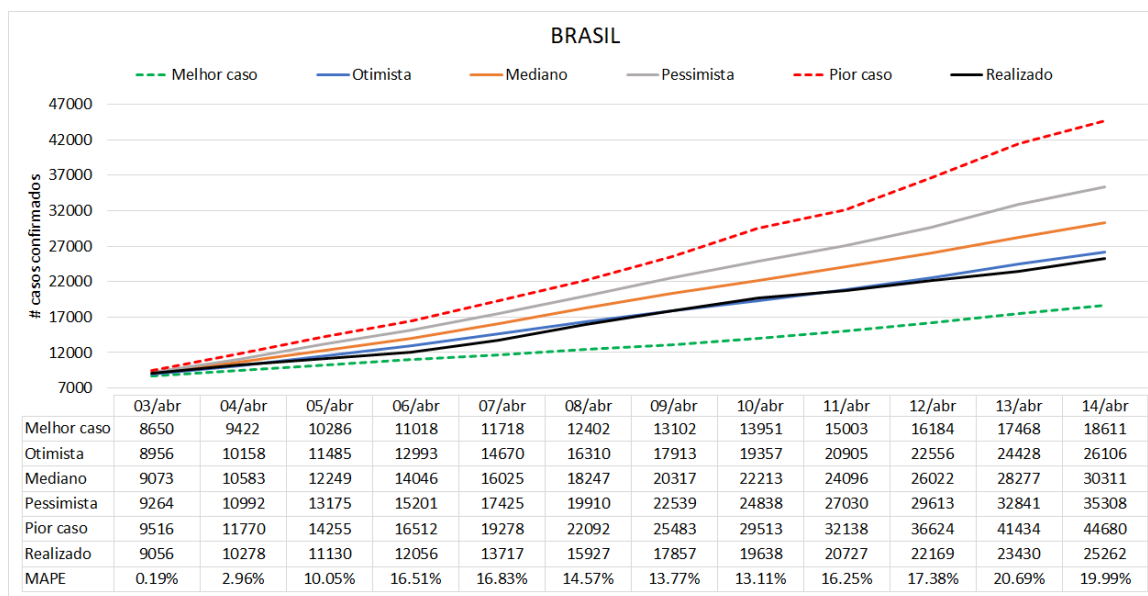
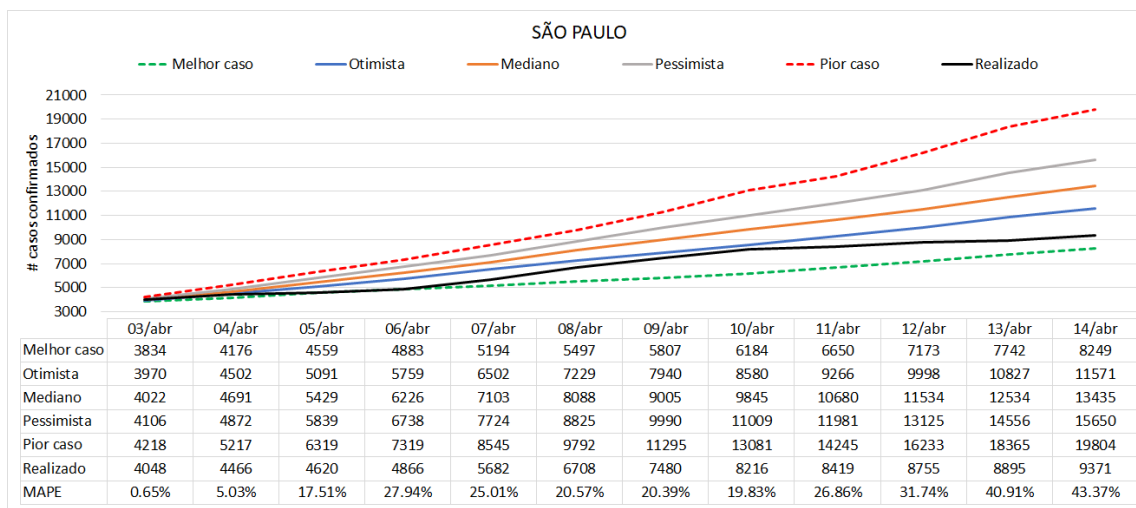


Figura 1. Comparação entre o número total de casos projetados na NT6 e observados para o Brasil entre 03/04/2020 e 14/04/2020.

Fonte: Ministério da Saúde obtidos em <https://www.kaggle.com/unanimad/corona-virus-brazil>

Destaca-se que a curva de dados observados (realizado) pode ter sido influenciada por diversos eventos. Por exemplo, é possível que medidas de contenção vigentes no país tenham surtido efeito de desaceleração do crescimento dos casos confirmados. Além disso, conforme resultados da [Nota Técnica 7](#) (NT7), “Análise de subnotificação do número de casos confirmados da COVID-19 no Brasil”, estimou-se que até o dia 10 de abril somente cerca de 8% dos casos brasileiros são registrados, valor abaixo da média dos países da cesta, o que representa certo desconhecimento do real comportamento dos casos da COVID-19 no Brasil.

No estado de São Paulo (Figura 2), a evolução do número de casos observados foi significativamente aquém do previsto pela NT6, nos cenários mediano e otimista. Após um breve período inicial dentro dos limites previstos, a partir do dia 05/04/2020 o número de casos confirmados ficou abaixo do cenário otimista, chegando em 06/04/2020 a ser menor do que o número mínimo da cesta de países utilizada. Ao final do período analisado, o erro percentual médio em relação ao cenário mediano foi de 23%. O número de casos registrados em SP em 14 de abril foi de 9.371, representando um atraso de 4 a 5 dias em relação à previsão mais provável (cenário mediano).



**Figura 2. Comparação entre os resultados projetados na NT6 e observados para o SP entre 03/04/2020 e 14/04/2020**

Fonte: Ministério da Saúde obtidos em <https://www.kaggle.com/unanimad/corona-virus-brazil>

Conforme destacado na [NT7](#), a baixa capacidade de testagem pelo RT-PCR fez com que o Ministério da Saúde (MS) recomendasse que apenas os casos graves fossem testados. Além disso, nem todos os casos suspeitos deste grupo estão sendo examinados. Em São Paulo, local em que se concentram a maioria dos casos confirmados no país, apenas 26% do total de testes para COVID-19 foram entregues em 08/04/2020, segundo último dado disponibilizado no [boletim epidemiológico da COVID-19](#) pelo Centro de Vigilância Epidemiológica da Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo em 14/04/2020. Assim, é possível que os números de casos a serem confirmados em São Paulo seja grande, o que aproximaria os valores observados da predição mais provável.

Os números observados em São Paulo, entretanto, não parecem representar o ocorrido no restante do Brasil. A progressão do número de casos confirmados nas demais regiões brasileiras, excluindo o estado de São Paulo, evidenciou a aderência da metodologia adotada na NT6 (Figura 3). Durante todo o período analisado, com exceção dos dias 06 e 07 de abril de 2020, os valores observados se mantiveram entre os cenários mediano e otimista. Até o dia 14/04/2020, o erro percentual médio em relação à predição mais provável (cenário mediano) foi de apenas 7,2%, indicando que, ao contrário de São Paulo, os demais estados brasileiros estão evoluindo conforme o previsto.

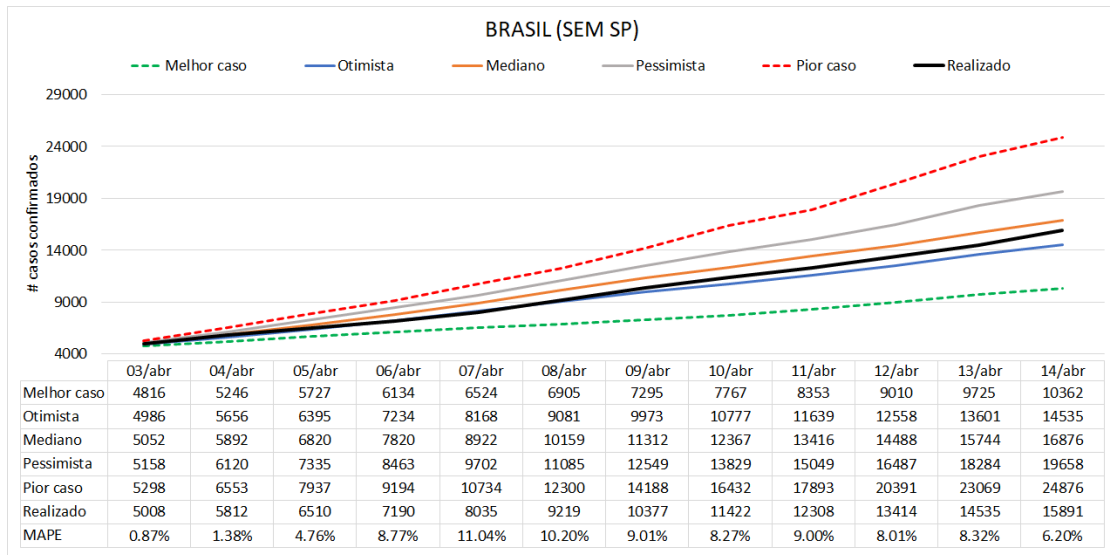


Figura 3. Comparação entre os resultados projetados na NT6 e observados para o Brasil (sem o estado de SP) entre 03/04/2020 e 14/04/2020

Fonte: Ministério da Saúde obtidos em <https://www.kaggle.com/unanimad/corona-virus-brazil>

No estado do Rio de Janeiro, a evolução de casos confirmados de COVID-19 apresentou uma taxa de crescimento abaixo do estimado até o dia 06 de abril de 2020 (Figura 4), ficando abaixo dos limites previstos. A partir desta data, observou-se um aumento do crescimento, em 14 de Abril o número de casos confirmados no estado fluminense foi de 3.410, acima do cenário otimista (3.274). O erro percentual médio em relação à predição no cenário mais provável (mediano) foi de 13,3%, e em relação ao cenário otimista foi de 4,1%, indicando mais uma vez a pertinência da metodologia utilizada na NT6.

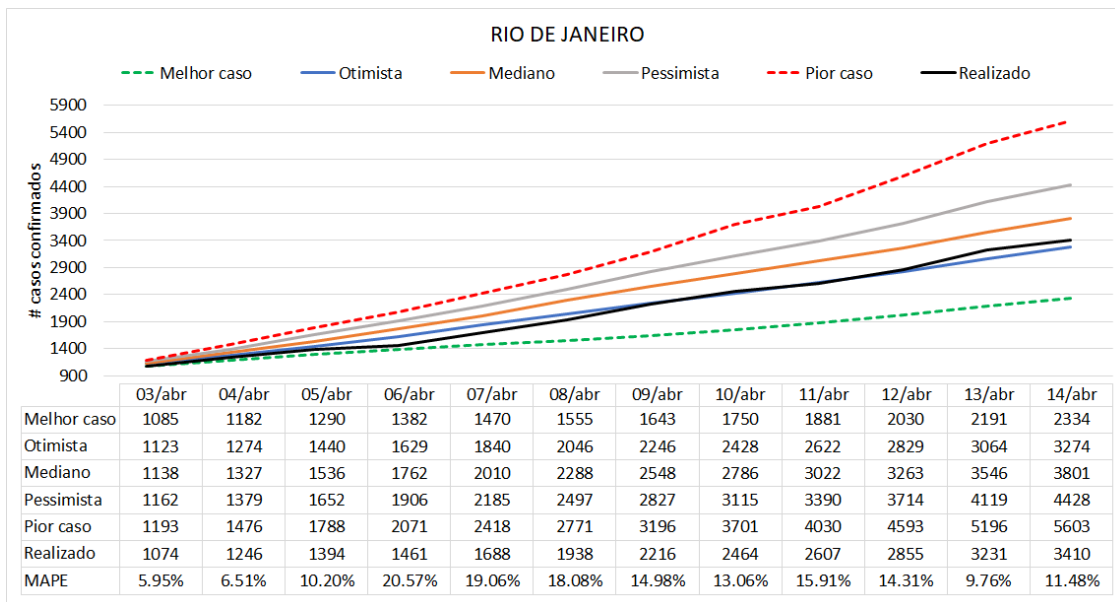


Figura 4. Comparação entre os resultados projetados na NT6 e observados para o RJ entre 03/04/2020 e 14/04/2020

Fonte: Ministério da Saúde obtidos em <https://www.kaggle.com/unanimad/corona-virus-brazil>

## Nova metodologia para projeção de casos confirmados de COVID-19

Nas NTs anteriores, a metodologia de predição de casos da COVID-19 se baseava em um conjunto de países agrupados por similaridade com base em suas taxas de crescimento, denominado “cesta de países”. A partir da presente nota técnica, serão consideradas também séries históricas de localidades, não restritas a nível de países (o que permite incluir províncias ou estados, por exemplo). Portanto, a metodologia aplicada trabalhará com uma “cesta de localidades”.

Ressalta-se que as premissas para inclusão de uma localidade na cesta continuam como na NT6. Portanto, uma localidade é considerada na cesta quando:

(a) tem uma série histórica da epidemia de tamanho, no mínimo, igual à série do Brasil (ou a da região de interesse: SP, RJ, entre outras);

(b) a evolução da epidemia já tenha ultrapassado a série histórica do Brasil pelo menos no intervalo de tempo que será previsto (no caso da presente NT, 10 dias);

Para as localidades que satisfazem estas duas condições, consideram-se os últimos 10 dias de seu histórico, e calculam-se os testes de hipóteses para diferença de médias e variâncias e o MAPE (conforme NT6). Por fim, os resultados destes testes são ordenados com base no menor erro de predição (MAPE), e são selecionadas as cinco localidades com menor MAPE.

Para cada localidade selecionadas (que são as mais similares à região de interesse), projetam-se os números casos confirmados da COVID-19 para um período de 10 dias à frente (no caso da presente nota, de 15 até 24 de abril de 2020). A predição no dia 15 de abril corresponde ao D35 do Brasil (35º dia após o acumulado de 50 casos confirmados). Ressalta-se que cada região a ser prevista pode conter diferentes localidades, pois o seu comportamento pode variar a depender da taxa de crescimento de cada parcela do território.

As predições nesta NT são realizadas para três regiões de interesse: Brasil e os estados de São Paulo e Rio de Janeiro. Cada uma destas regiões de interesse pode apresentar uma composição de “cesta” diferente, uma vez que o grupo de localidades mais similares a cada região pode ser completamente diferente das demais.

Assim, de forma análoga às notas técnicas NT1 e NT6, as novas projeções consideraram os cenários **pessimista, mediano e otimista**, que são baseados nas estatísticas de 1º Quartil, 2º Quartil/Mediana e 3º quartil, respectivamente, obtidas a partir da avaliação do comportamento da taxa de crescimento de casos confirmados de COVID-19 nas localidades da cesta para o respectivo dia.

## Resultados

### Projeção de casos confirmados **no Brasil** entre os dias 15 e 24 de abril de 2020

No caso do Brasil, a “cesta” de localidades utilizada para sua predição está composta por: **Itália, Alemanha, Espanha, França e Irã**. Destaca-se que este conjunto de localidades é um subgrupo da “cesta” de países utilizada na NT1, pois estes fazem parte dos países com o maior histórico da evolução da COVID-19. Na Figura 5, observam-se os cenários da predição do número de casos da COVID-19 no **Brasil** entre 15 de abril e 24 de abril de 2020.

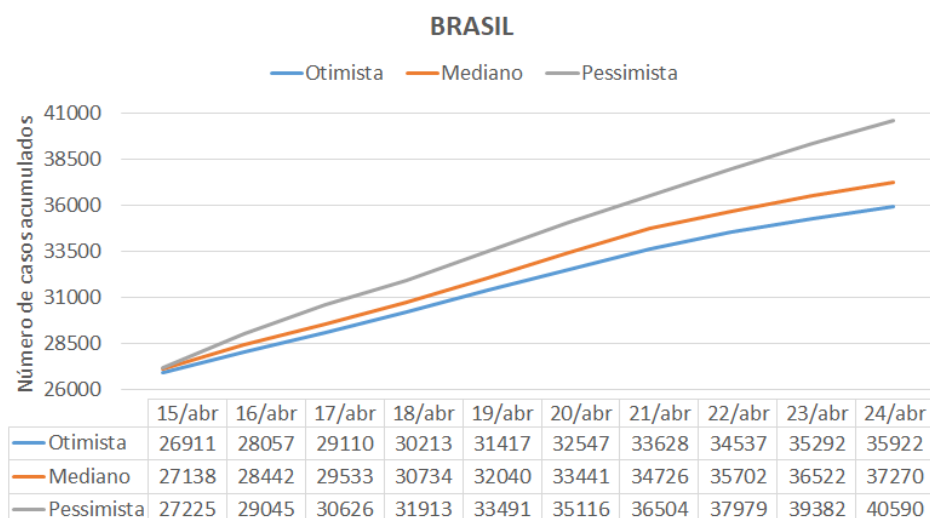


Figura 5. Predição do número de casos notificados da COVID-19 no Brasil entre 15/04/2020 a 24/04/2020

Considerando o cenário mediano, a projeção do número de casos da COVID-19 no Brasil em 24 de abril de 2020 chegaria a 37.270 casos. No cenário otimista, ou seja, cenário cuja evolução segue o desempenho entre as melhores localidades, este número seria de 35.922 casos. O caso pessimista (40.590 casos) corresponde a uma evolução conforme as piores localidades da cesta.

#### Projeção de casos confirmados em São Paulo entre os dias 15 e 24 de abril de 2020

A “cesta” de localidades para o estado de São Paulo, por sua vez, contém: **Suíça, Alemanha, Itália, Irã e Espanha**; diferenciando-se da “cesta” de localidades do Brasil unicamente pela Suíça removendo a França da “cesta”. Este resultado era esperado, visto que São Paulo representa a maior proporção de casos acumulados da COVID-19 para o Brasil, sendo aproximadamente 37% dos casos nacionais em 14 de abril.

Para o **Estado de São Paulo** (Figura 6), projetam-se 14.248 casos confirmados da COVID-19 no dia 24 de abril, podendo variar entre 12.560 e 15.533 casos nos cenários otimista e pessimista.

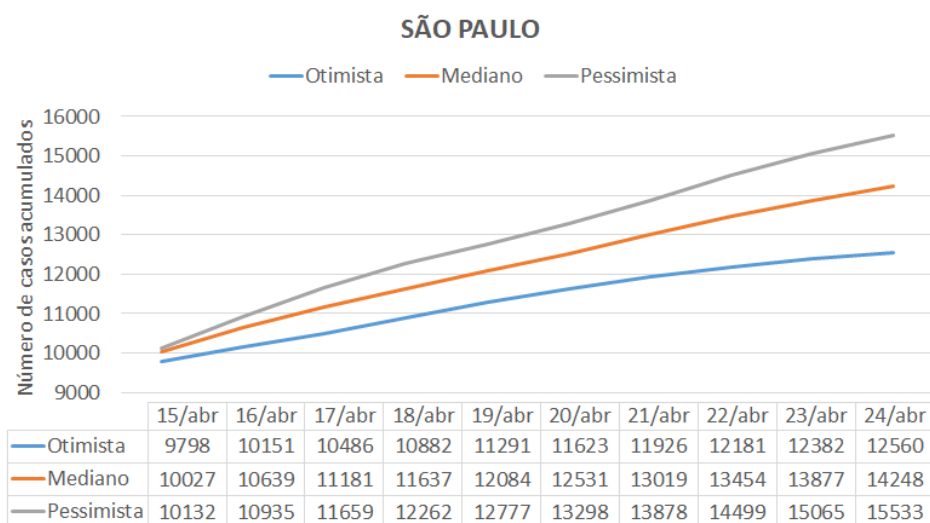


Figura 6. Predição do número de casos confirmados da COVID-19 no estado de São Paulo entre 15/04/2020 e 24/04/2020

Projeção de casos confirmados **no Rio de Janeiro** entre os dias 15 e 24 de abril de 2020

A “cesta” de localidades para o estado do Rio de Janeiro está constituída por: **EUA-Washington, Suécia, Noruega, Holanda e Malásia.**

Para o **Estado do Rio de Janeiro** (Figura 7), espera-se um total de 5.240 casos confirmados da COVID-19 no dia 24 de abril, podendo variar entre 4.818 e 6.033, nos cenários otimista e pessimista, respectivamente. Pelo cenário mediano, estima-se um crescimento de 43% no intervalo de 10 dias.

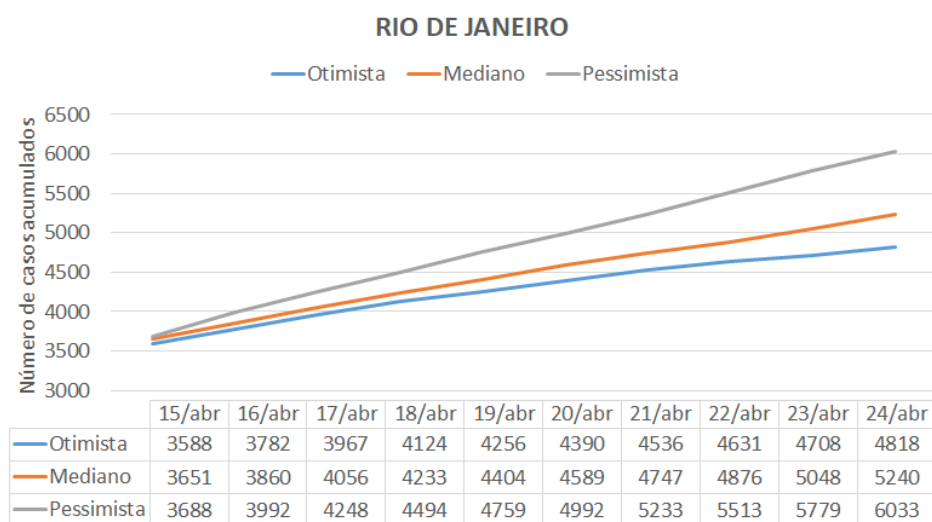


Figura 7. Predição do número de casos da COVID-19 no estado do Rio de Janeiro entre 15/04/2020 e 24/04/2020

## Conclusão

Esta Nota Técnica teve como objetivo atualizar as previsões do total de casos confirmados da doença COVID-19 para o Brasil e os estados de São Paulo e Rio de Janeiro para os próximos 10 dias (entre os dias 15 e 24 de abril de 2020).

De acordo com o Ministério de Saúde, o Brasil contabilizou 25.262 casos confirmados da COVID-19 no dia 14 de abril e, a partir das projeções realizadas nesta Nota Técnica, espera-se um alcance de 37.270 casos positivos em 10 dias (24 de abril), considerando o cenário mediano. Todavia, no cenário pessimista, prevê-se uma curva mais acentuada, atingindo um total de 40.590, enquanto para o cenário otimista pressupõe-se um valor de 35.922 casos positivos. Estas projeções utilizam como fonte de dados o número de casos divulgado pelo Ministério da Saúde.

## Anexos

### Anexo 1 - Erro percentual absoluto médio (*Mean Absolute Percentage Error - MAPE*)

O erro percentual absoluto médio (MAPE) é uma métrica de avaliação de previsões. O seu cálculo compreende a relação entre o desvio da previsão (valor observado – valor previsto) pelo valor realizado, obtendo-se um percentual. Realiza-se esta operação para todos os valores e, ao fim, calcula-se a média de todos os desvios percentuais. A fórmula matemática do MAPE é:

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \left| \frac{y_t - \hat{y}_t}{y_t} \right|}{n}$$

Onde  $y_t$  é o valor observado;  $\hat{y}_t$  é a previsão;  $t$  é o período (dia) do dado e  $n$  é o número total de observações.

As análises e previsões aqui divulgadas representam as opiniões dos autores envolvidos no estudo e não necessariamente das instituições as quais são associados.