

**Núcleo de Informação e Pesquisa**

**Gabinete Ampliado de Crise**

**Governo do Estado do Rio de Janeiro**

**NOTA TÉCNICA 02**

**Modelagem COVID-19**

**Projeções de novos casos e óbitos por Covid-19 para o estado do Rio de Janeiro**

Rio de Janeiro, 10 de maio de 2020.

**Resultados - Estado do Rio de Janeiro**

Nesta Nota Técnica as estatísticas diárias são apresentadas por data ou dia epidêmico. O dia epidêmico é contado a partir do primeiro dia do caso no Brasil (o primeiro caso ocorreu em 26/02/2020 em São Paulo) ou no estado do Rio de Janeiro (primeiro caso ocorreu em 5 de março). Quanto aos óbitos, o primeiro dia no Brasil é aquele da primeira ocorrência (17/03/2020, em São Paulo e no Rio de Janeiro). Os dados das Figuras de 1 a 6 foram obtidos no painel Coronavírus (até 07 de maio, <https://covid.saude.gov.br>) e das Figuras 7 no painel do Estado do Rio de Janeiro (atualizado até 7 de maio, <http://painel.saude.rj.gov.br/>) e da Figura 8 os dados foram obtidos no painel do estado e no *InfoGripe* da FIOCRUZ (<http://info.gripe.fiocruz.br>). Os gráficos são apresentados primeiro para todas as UFs do Brasil, depois apenas para as UFs que na presente data já superaram 200 óbitos, e por fim apenas o estado do Rio de Janeiro. Os resultados foram organizados da seguinte maneira:

- (i) Número de casos confirmados acumulados por dia epidêmico;
- (iii) Taxa de incidência por dia epidêmico;
- (iv) Número de óbitos confirmados acumulados por dia epidêmico;
- (v) Mortalidade acumulada por dia epidêmico;
- (vi) Letalidade, em percentual, por data;
- (vii) Número de internações acumuladas por SRAG no estado do Rio de Janeiro;

**NÚCLEO DE INFORMAÇÃO E PESQUISA**

**Gabinete Ampliado de Crise para Assessoramento ao**

**GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO**

**Publicação em DOERJ de 13 de abril de 2020**

Ao final dos resultados encontra-se a análise da tendência média de crescimento diário de casos e de óbitos.

Nota-se na **Figura 1** que o crescimento do número acumulado de casos confirmados de Covid19 não é homogêneo entre os estados, assim, é possível visualizar três grupos. Um primeiro grupo, que apresentou o crescimento mais acelerado, é composto por São Paulo e Ceará, sendo que Ceará ainda encontra-se mais no início de sua curva. Rio de Janeiro encontra-se junto com Amazonas, Maranhão, Pernambuco e Pará. Os demais estados apresentam uma curva de crescimento menos acentuada. Na **Figura 2** São Paulo se destaca com o maior número de óbitos desde o início de sua curva epidêmica, logo depois se destacam Rio de Janeiro, Pernambuco, Amazonas, Ceará e Pará.

Das **Figuras 3 à 6** destacam-se os estados que no dia 6 de maio já superaram 200 óbitos, são eles: São Paulo, Rio de Janeiro, Amazonas, Pará, Maranhão, Ceará e Pernambuco. O número de casos e de óbitos por Covid-19 em São Paulo é sempre muito mais elevado do que os demais estados, haja vista que sua população é muito maior (**Figuras 3 e 5**). Entretanto, considerando as taxas de incidência e de mortalidade acumulada (para população estimada pelo IBGE para 2019) o Rio de Janeiro supera São Paulo nos dois casos (**Figuras 4 e 6**). Em relação à mortalidade acumulada, o Rio de Janeiro assemelha-se ao estado do Maranhão, que desde dia 5 de maio tem várias cidades da região metropolitana de São Luís em lockdown.

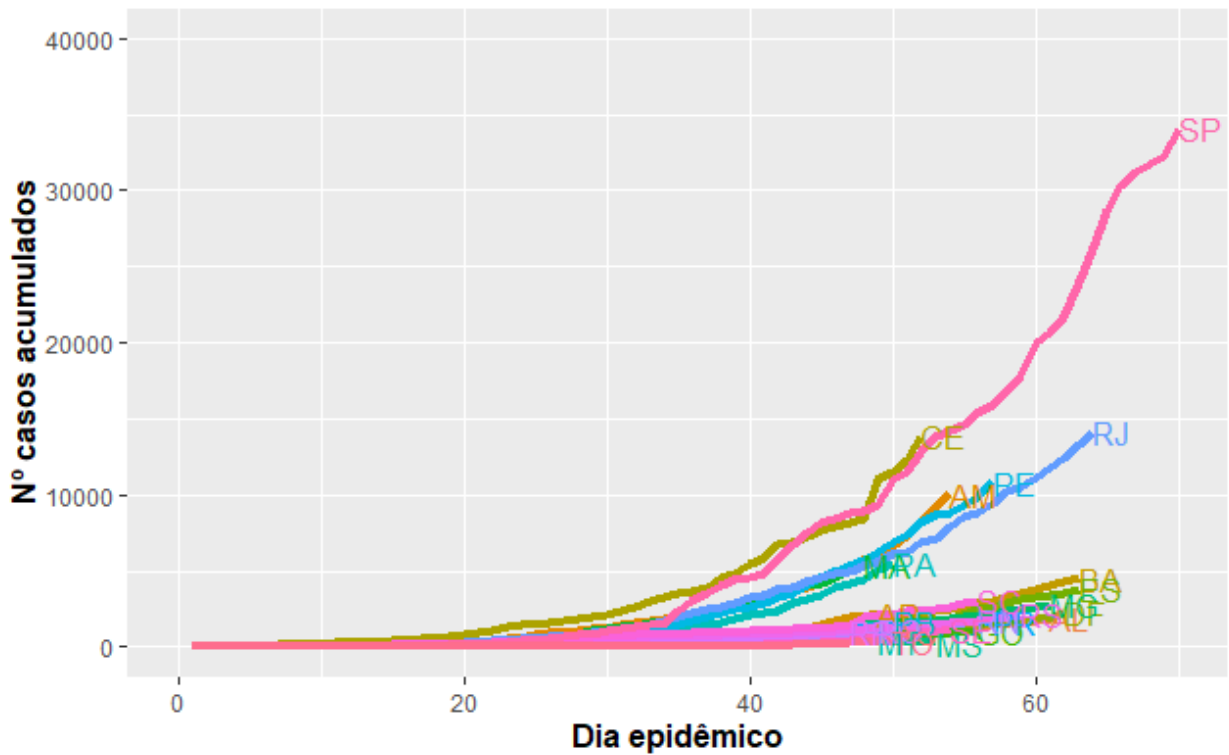


Figura 1: Número acumulado de casos de Covid-19 ao longo dos dias epidêmicos no Brasil

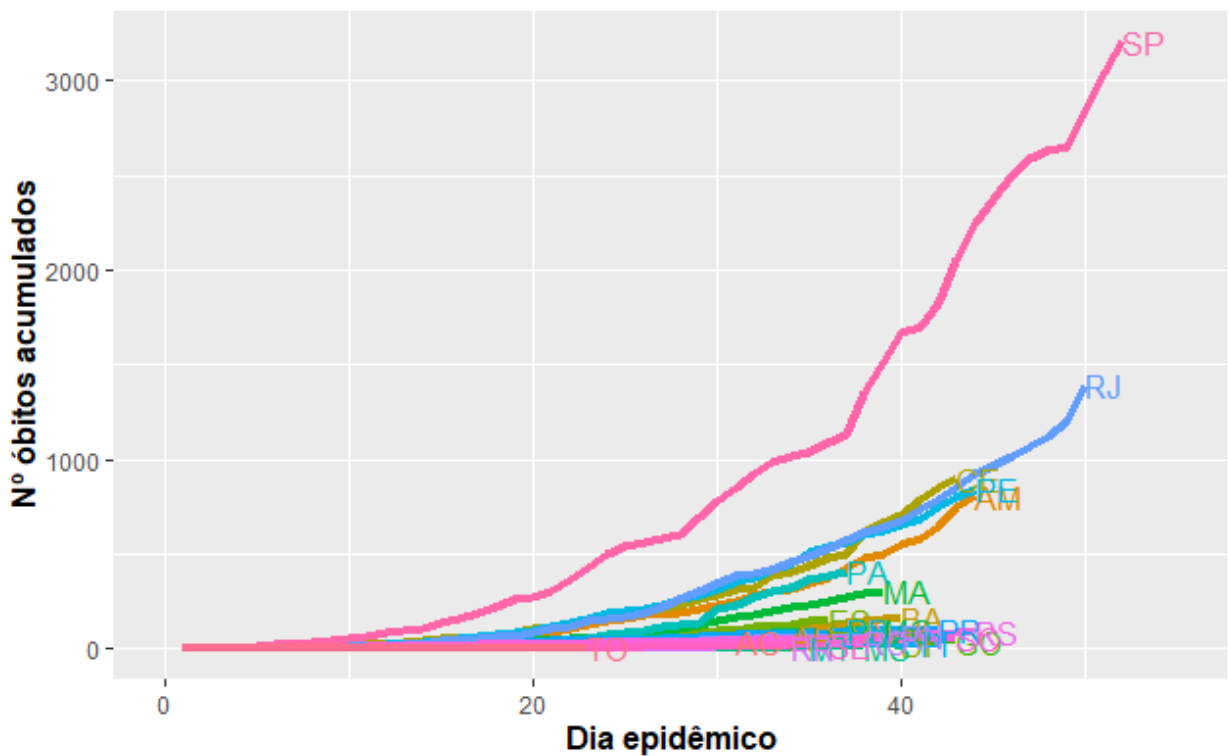
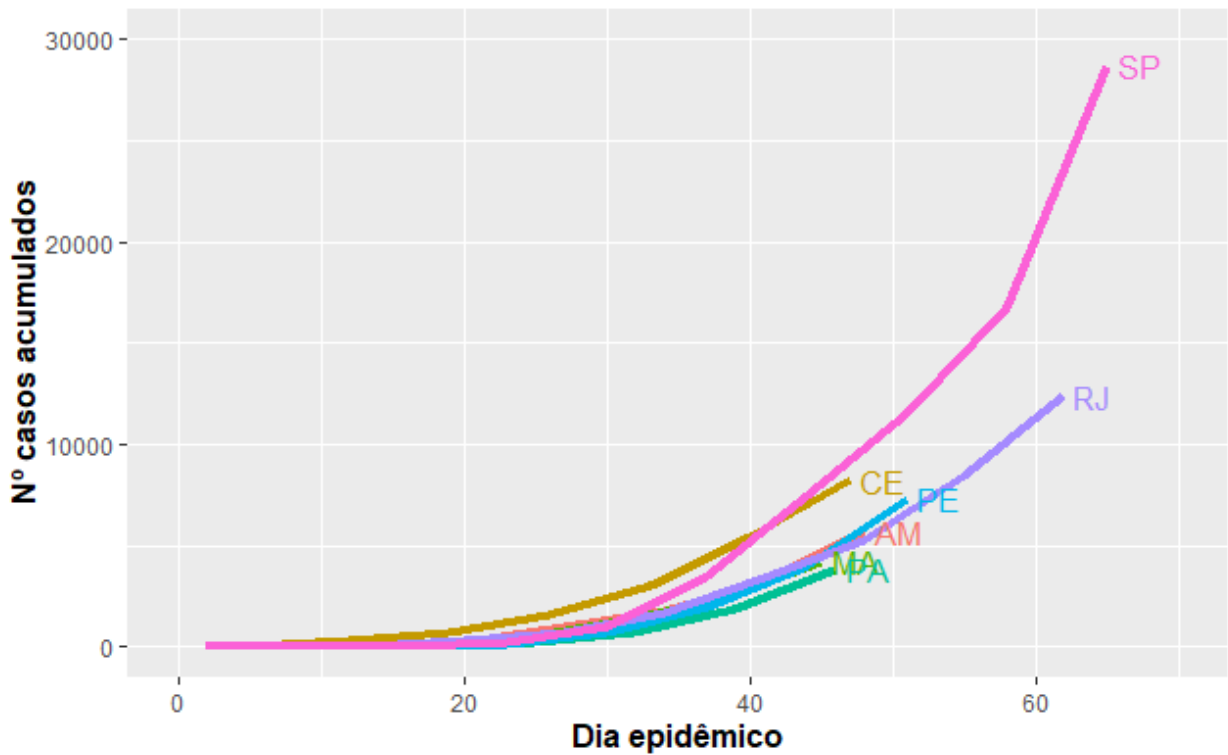
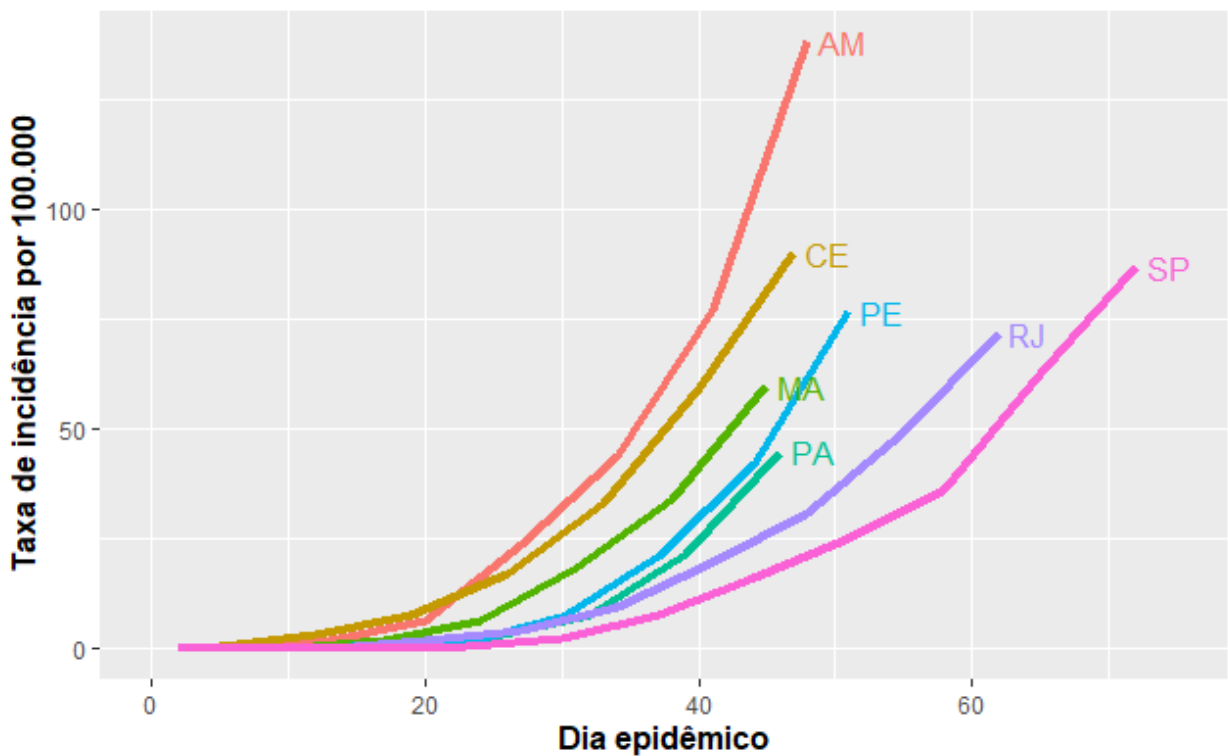


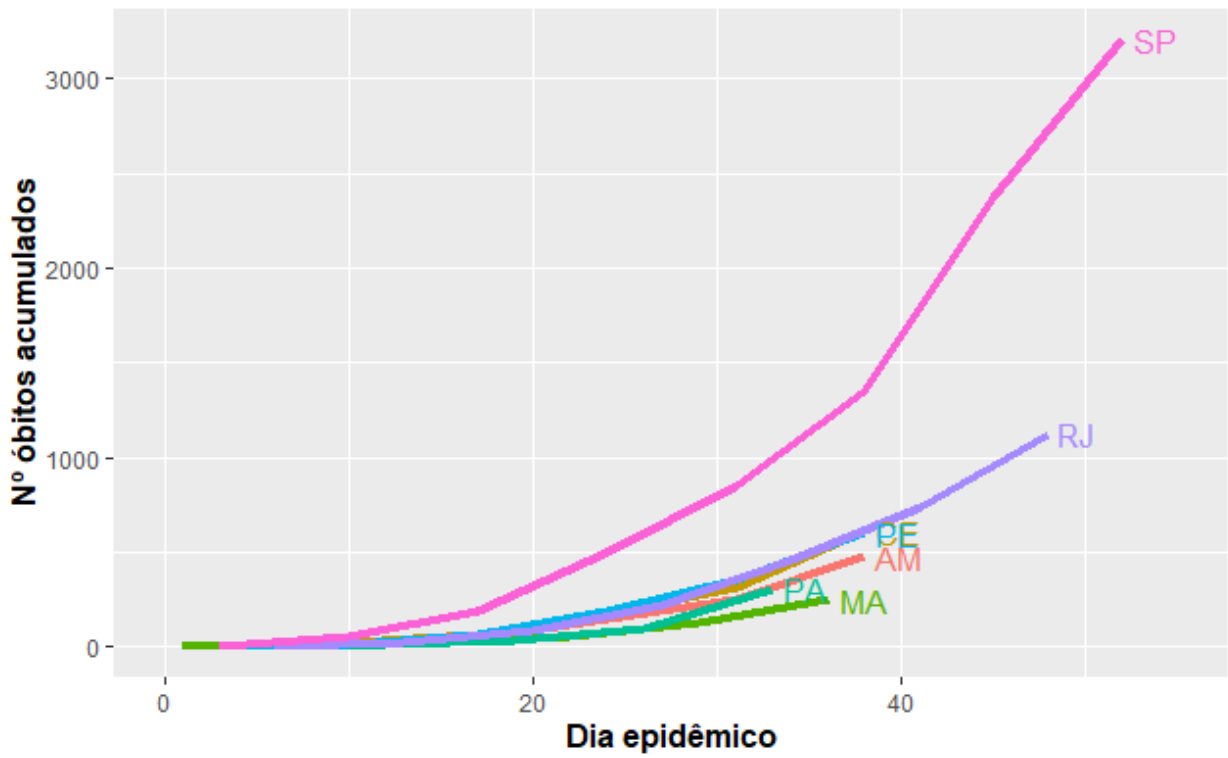
Figura 2: Nº acumulado de óbitos por Covid-19 ao longo dos dias epidêmicos no Brasil



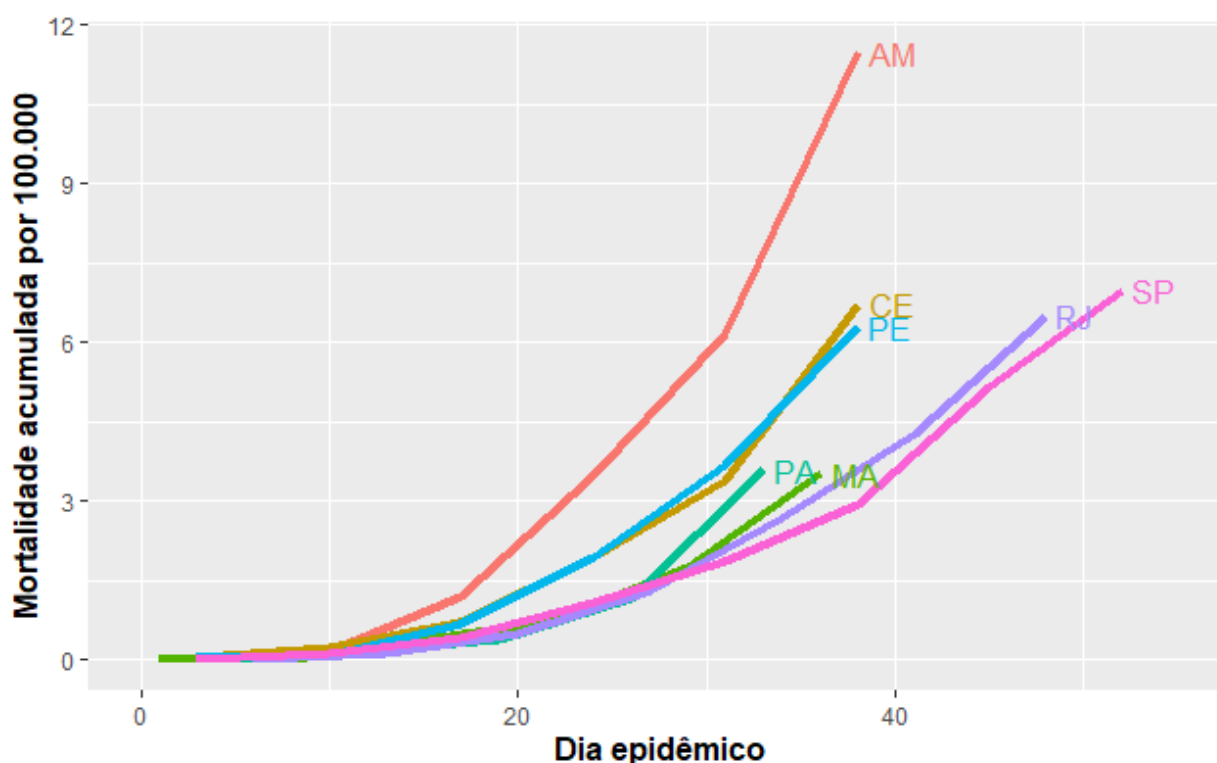
*Figura 3: Número acumulado de casos de Covid-19 ao longo dos dias epidêmicos em estados que já alcançaram 200 óbitos*



*Figura 4: Taxa de incidência (por 100.000) de Covid-19 ao longo dos dias epidêmicos em estados que já alcançaram 200 óbitos*



*Figura 5: Nº acumulado de óbitos por Covid-19 ao longo dos dias epidêmicos em estados que já alcançaram 200 óbitos*



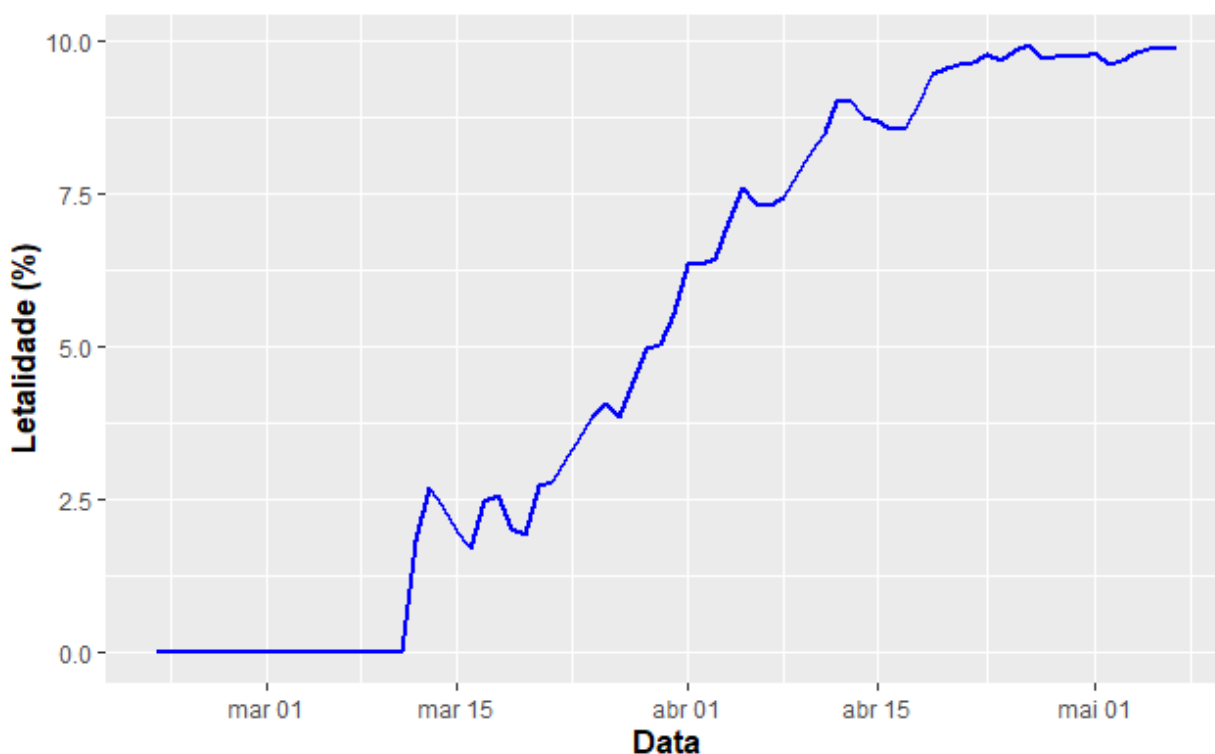
**Figura 6:** Mortalidade acumulada (por 100.000) por Covid-19 ao longo dos dias epidêmicos em estados que já alcançaram 200 óbitos

É importante considerar que os resultados aqui apresentados são sujeitos a influência da subnotificação e do atraso de notificação, tanto nos casos confirmados quanto nos óbitos. Por diversas razões essa subnotificação pode ocorrer, incluindo a definição de casos não ser muito consistente, testagem insuficiente, principalmente em assintomáticos ou casos menos graves, falso negativos, pelo teste ter sido realizado durante a janela imunológica, e o atraso do registro da notificação propriamente dito.

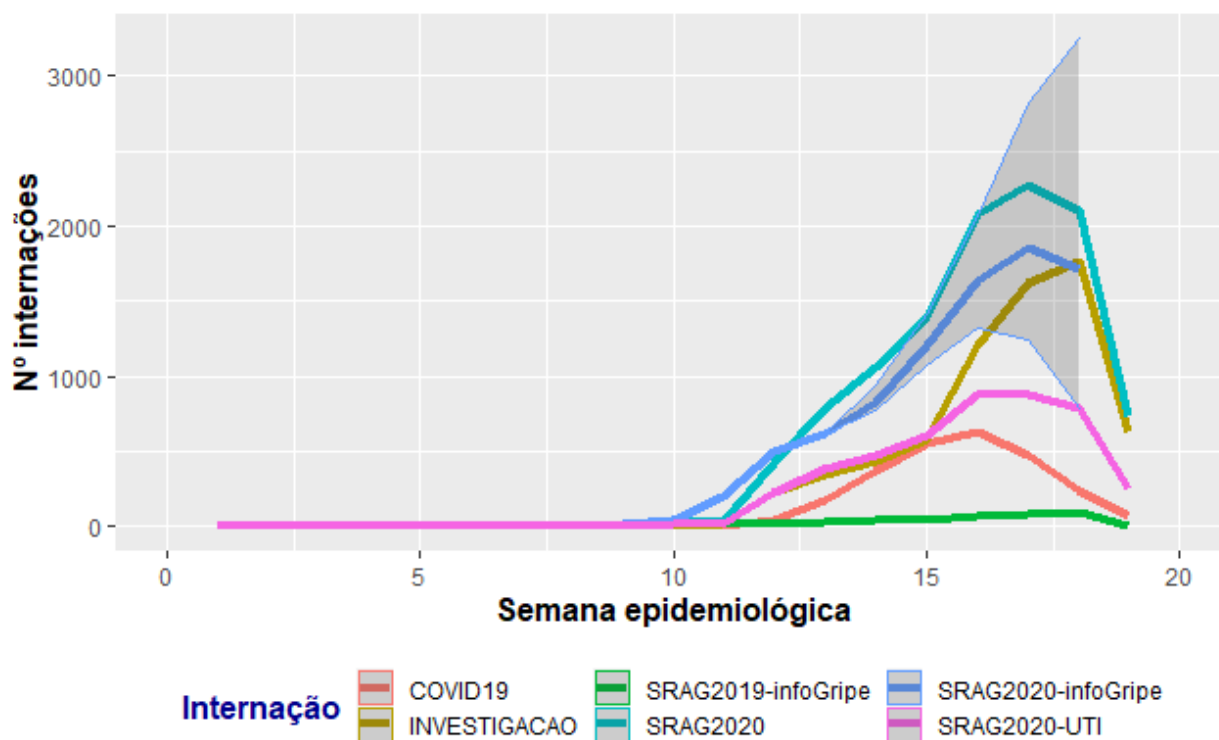
No estado do Rio de Janeiro, ao considerar a metodologia da NT7 - *Subnotificação* de Prado et al (2020) e visualizar a taxa de letalidade (**Figura 7**), podemos observar um aumento acentuado da letalidade até a data de 15 de abril, e após isso, apesar de estável, ainda é muito superior ao que o vírus tem apresentado em outros países. Esse dado indica possível subtestagem com consequente subnotificação com provável variação ao longo do tempo. Com isso a **Figura 8** apresenta o número de notificações por Covid19 subnotificada e com possível influência da variação dessa subnotificação ao longo do tempo.

Além disso, as internações por síndrome respiratória aguda grave (SRAG), que explodiram no estado a partir da segunda quinzena de março, há fortes indícios que, em sua grande maioria, representam os casos graves de Covid-19 (**Figura 8**). Se considerarmos a relação das internações por SRAG e os casos confirmados de Covid-19 do estado (**Figura 1**), teríamos uma proporção de casos graves muito mais elevada do que o restante dos países, também indicando a subnotificação dos casos, especialmente para os casos leves de Covid-19.

Na **Figura 8** também é possível observar que as internações por SRAG em 2019 foram em menor número do que em 2020, mesmo padrão para as internações em UTI. Além disso, observa-se nessa curva um declínio nas últimas semanas devido, provavelmente, ao atraso nas notificações. Em 2019 observa-se um pequeno declínio na semana 19, porém é irrelevante quando comparado ao ano de 2020.



*Figura 7: Letalidade por Covid-19 no estado do RJ*



**Figura 8:** Número de internações segundo semana epidemiológica no Estado do RJ (SRAG2019 e SRAG2020 do InfoGripe e SRAG, em investigação, Covid19, SRAG UTI e outros do painel do Estado do RJ)

### Projeções de curto prazo para o Estado do Rio de Janeiro

Projeções de casos novos confirmados bem como de óbitos Covid-19 no futuro imediato são informações essenciais para gestores de saúde. Baseados nestas informações os gestores terão elementos para planejar e providenciar os insumos e os recursos humanos necessários para atender as demandas dos serviços de saúde em tempos da pandemia Covid-19, sem que a infraestrutura existente e/ou ampliada circunstancialmente seja superada devido ao fluxo de novos pacientes. Em alguns países europeus, notadamente Espanha, Itália e Grã-Bretanha, por exemplo, um colapso geral do sistema de saúde local ocorreu por conta da onda avassaladora de doentes que chegavam aos postos de emergência em saúde e hospitais.

Na sequência típica dos eventos de saúde que são associados a esta pandemia, e que têm registros em sistemas de informação oficiais, os indivíduos são expostos ao vírus Cov-Sars-2, ou não, na comunidade, no ambiente de trabalho, no domicílio, etc; destes alguns são infectados; destes alguns desenvolvem sintomas que exigirão cuidados de saúde em unidades



públicas ou privadas de atendimento qualificado; e posteriormente uma parcela significativa destes últimos vai necessitar terapia intensiva em unidades com equipamentos especiais e pessoal qualificado. Finalmente, uma parcela razoável do último grupo vai falecer.

Outras sequências de eventos podem ocorrer também, mas na grande maioria dos casos esta é a sequência mais provável. Todos estes eventos, a saber, testar positivo para infecção, fazer internação hospitalar, fazer internação em Unidades de Terapia Intensiva (UTI), receber alta ou ocorrência de óbito, são registrados em algum sistema de informação. Assim, de posse dos dados destes sistemas de informação, analistas de dados de saúde podem utilizá-los com diversos fins, inclusive o de fazer projeções dos números de infectados, hospitalizados, recuperados ou óbitos.

Todo o processo levaria, em média, 30 dias desde o momento da infecção até o óbito (Wu et al. 2020). Do ponto de vista estatístico os indicadores mais importantes para a gestão de saúde são, sem dúvida, em ordem de prioridade, o número de infectados; o número de doentes hospitalizados; o número de doentes em UTI; o número de doentes nas filas para hospitalização ou UTIs; o número de recuperados; e o número de óbitos. Entretanto, devido aos procedimentos que alimentam as bases de dados dos sistemas de informação oficiais algumas dessas estatísticas não refletem os números reais em um determinado momento do tempo. Por exemplo, há claras evidências de atrasos de notificação de casos, hospitalizações, óbitos, etc. Há também evidências de subnotificação, porém este problema é mais grave e difícil de ser contornado na prática.

Na análise estatística que será descrita a seguir o objetivo foi realizar projeções de novos casos e de óbitos diários considerando um horizonte de 7 a 10 dias. Dois cenários foram considerados para as projeções. No primeiro, denominado **Cenário 1**, o passado das séries temporais é utilizado para previsão das novas observações considerando o horizonte de 14 dias. No segundo, denominado **Cenário 2**, o mesmo procedimento de modelagem é usado considerando o passado das séries temporais até 6 dias antes do dia mais recente das séries, enquanto as projeções são realizadas para um horizonte de 20 dias. Desta forma os dois conjuntos de projeções terminam na mesma data.

Devido ao problema de atraso de notificação o segundo cenário parece ser mais realista do que o primeiro, uma vez que será menos influenciado por flutuações temporais nestes atrasos. Por outro lado, por considerar um horizonte de 20 dias a incerteza nas projeções sob o segundo cenário será maior à medida que os instantes das projeções futuras sejam mais

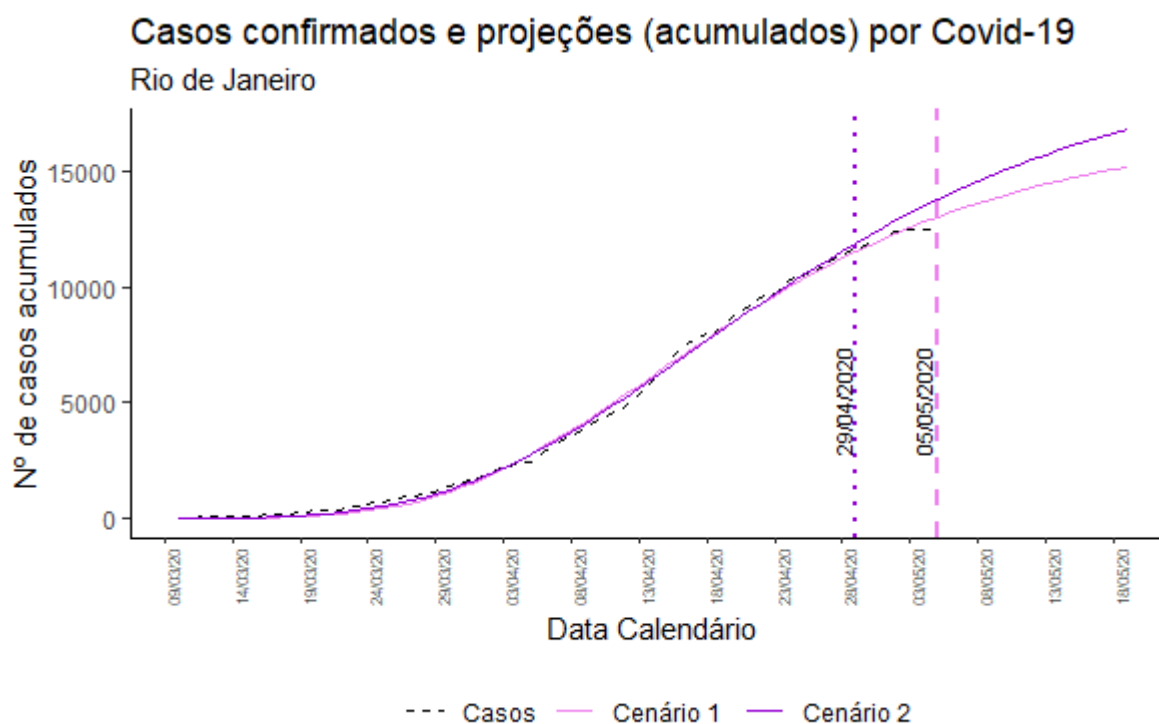
**NÚCLEO DE INFORMAÇÃO E PESQUISA**

**Gabinete Ampliado de Crise para Assessoramento ao**

**GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO**

**Publicação em DOERJ de 13 de abril de 2020**

distantes no tempo da última observação da série temporal. Este é o velho problema do cobertor curto em uma noite fria.



**Figura 9:** Nº de casos e projeções (acumulados) Covid-19 - Rio de Janeiro (data)

Na **Figura 9** o número diário acumulado de casos confirmados de Covid-19 desde que ocorreram pelo menos 30 casos estão representados na linha hachurada, enquanto as linhas contínuas representam as projeções sob os **Cenários 1 e 2**. O tempo está representado no eixo horizontal em data calendário.

Os valores diários do número de casos bem como os dois conjuntos de projeções desde o dia 01/05/2020 estão listados na **Tabela 1**. As projeções sob o 2º cenário são piores do que as do 1º cenário. Esta diferença pode ser explicada ao menos de duas formas. Primeiramente, supondo que os dados até o dia 05/05 não foram afetados, ou foram pouco afetados, por atrasos de notificação, as projeções mais conservadoras sob o **Cenário 1** apontam para a diminuição no número diário de casos ao longo das duas últimas semanas. Em seguida, considerando que os atrasos de notificação existem, as projeções conservadoras do **Cenário 1** em comparação ao

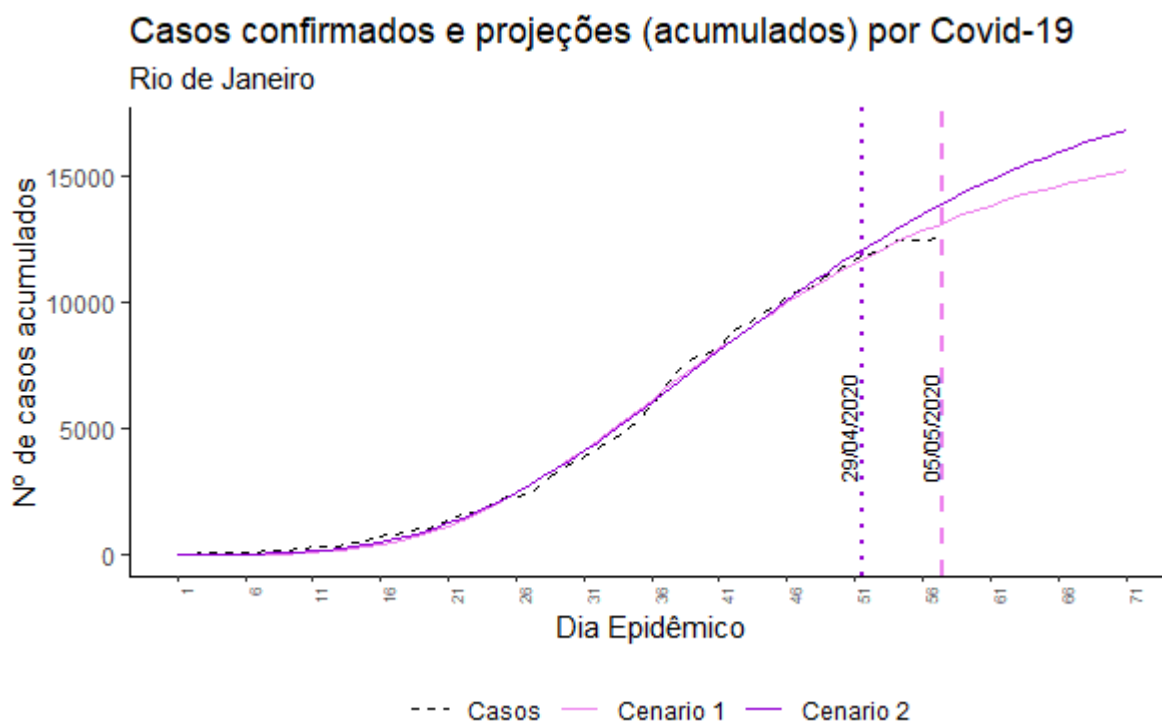
**Cenário 2** estariam refletindo exatamente os níveis mais baixos dos dados mais recentes do que estes deveriam estar. Neste sentido, as projeções sob o **Cenário 2** seriam mais confiáveis, embora sejam também menos precisas.

**Tabela 1:** N° acumulado de casos de Covid-19 e respectivas projeções sob dois cenários.

Data	Dia Epidêmico	Casos	Cenário 1	Cenário 2
2020-05-01	53	12050	12104	12594
2020-05-02	54	12461	12361	12913
2020-05-03	55	12484	12606	13221
2020-05-04	56	12510	12840	13520
2020-05-05	57	12524	13063	13808
2020-05-06	58		13276	14086
2020-05-07	59		13478	14354
2020-05-08	60		13670	14613
2020-05-09	61		13853	14861
2020-05-10	62		14026	15099
2020-05-11	63		14190	15328
2020-05-12	64		14346	15548
2020-05-13	65		14493	15758
2020-05-14	66		14633	15960
2020-05-15	67		14764	16153
2020-05-16	68		14889	16337
2020-05-17	69		15007	16513
2020-05-18	70		15118	16682
2020-05-19	71		15222	16843

As previsões para o número acumulado de casos em 06/05 são 13276 e 14086, respectivamente, sob os **Cenários 1 e 2 (Tabela 1)**. A diferença entre as projeções é igual a 810. Esta diferença cresce para 1202 casos uma semana depois e para 1621 casos duas semanas depois.

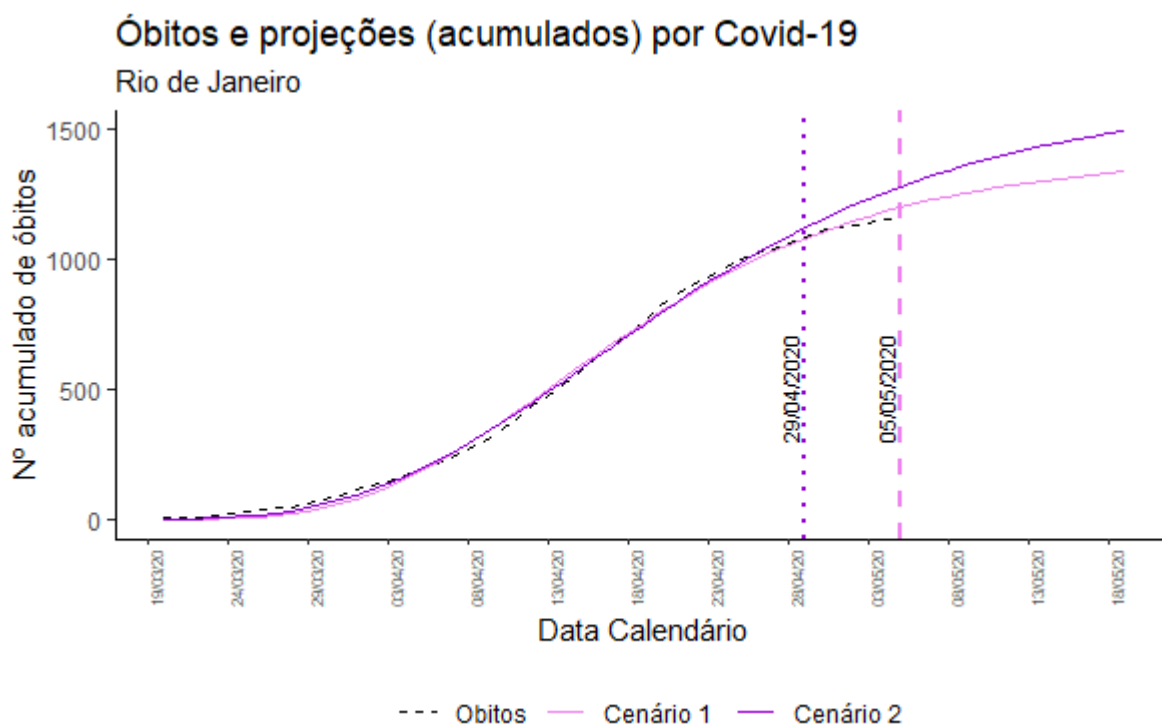
Na Figura 10 os dados de casos notificados e as mesmas projeções sob os **Cenários 1 e 2** são representadas ao longo da série temporal de dias epidêmicos (neste caso, o número de dias a contar do primeiro dia com mais do que 30 casos acumulados). Segundo o **Cenário 1** o número acumulado de casos confirmados no Rio de Janeiro poderia ultrapassar 15000 no dia 17/05/2020 (69º dia epidêmico), enquanto que sob o Cenário 2 este número seria atingido uma semana antes (62º dia epidêmico). No dia 19/05/2020 (71º dia epidêmico) o número acumulado de casos notificados chegaria próximo a 17000 sob o **Cenário 2**.



**Figura 10:** N<sup>o</sup> de casos e projeções (acumulados) Covid-19 - Rio de Janeiro (dia epidêmico)

A **Figura 11** representa graficamente os dados observados e as projeções (sob os mesmos **Cenários 1 e 2**) de óbitos Covid-19 no Estado do Rio de Janeiro, desde o dia 20/03 até 19/05 deste ano. No dia 20/03 o número acumulado de óbitos no estado foi maior do que 5 pela primeira vez na série histórica de Covid-19. Dois meses depois, as projeções para os números acumulados de óbitos, sob os **Cenários 1 e 2**, são 1339 e 1494, respectivamente. A diferença de 155 óbitos seria devida em grande parte aos atrasos de notificação.

Na **Tabela 2**, as projeções pontuais para os números de óbitos acumulados estão listadas sob os dois cenários.

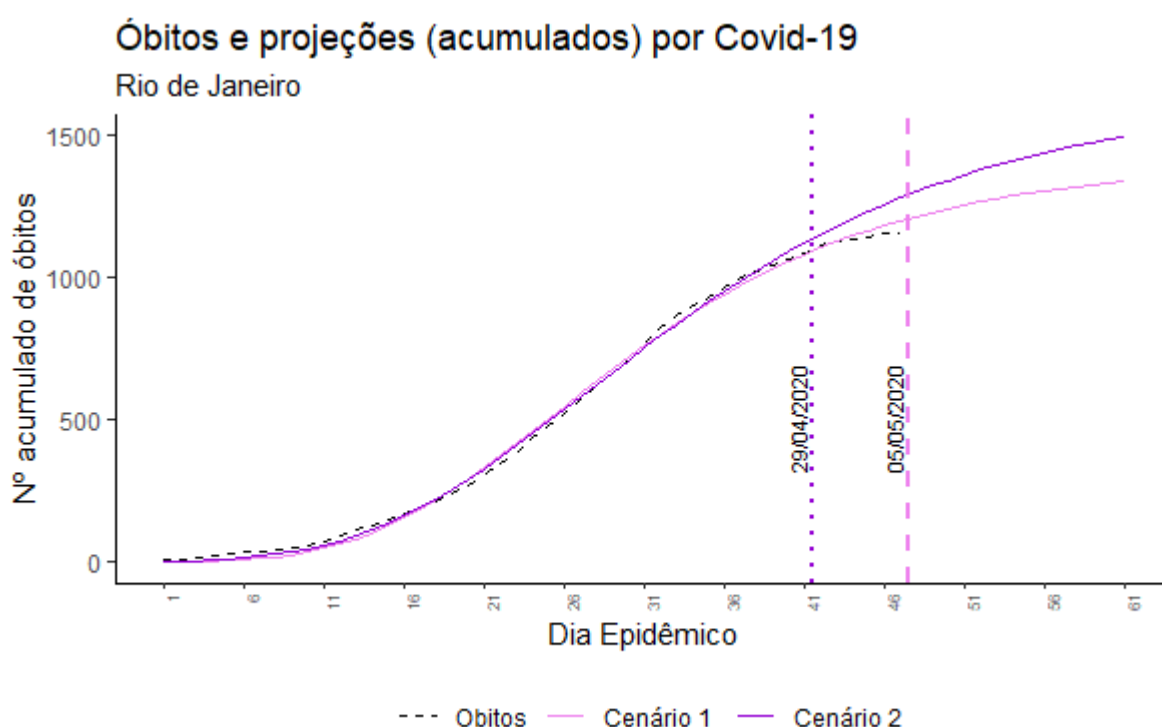


**Figura 11:** N° de óbitos e projeções (acumulados) Covid-19 - Rio de Janeiro (data)

**Tabela 2:** N° acumulado de óbitos Covid-19 e respectivas projeções sob dois cenários.

Data	Dia Epidêmico	Óbitos	Cenário 1	Cenário 2
2020-05-01	43	1128	1126	1180
2020-05-02	44	1136	1147	1207
2020-05-03	45	1142	1166	1233
2020-05-04	46	1155	1184	1258
2020-05-05	47	1155	1200	1281
2020-05-06	48		1216	1303
2020-05-07	49		1230	1323
2020-05-08	50		1244	1343
2020-05-09	51		1256	1361
2020-05-10	52		1268	1379
2020-05-11	53		1278	1395
2020-05-12	54		1288	1410
2020-05-13	55		1297	1425
2020-05-14	56		1306	1438
2020-05-15	57		1314	1451
2020-05-16	58		1321	1463
2020-05-17	59		1328	1474
2020-05-18	60		1334	1485
2020-05-19	61		1339	1494

A **Figura 12** apresenta os mesmos números da **Figura 11** e **Tabela 2**, porém o tempo (eixo horizontal do gráfico) está representado pelo número de dias a contar do primeiro dia no qual ocorreram mais do que 5 óbitos acumulados. As projeções do **Cenário 1** começam no dia 06/05 enquanto as do **Cenário 2** começam no dia 30/04. Sob o Cenário 1, o mais conservador, o número de óbitos acumulados ultrapassará 1300 no dia 14/05 (56º dia epidêmico relativos aos óbitos). Entretanto, de acordo com o **Cenário 1** este número é ultrapassado já em 06/05 (48º dia epidêmico relativo aos óbitos). O número acumulado de óbitos deve se aproximar de 1500 no final do horizonte de previsões, mais precisamente em 19/05 (61º dia epidêmico relativo aos óbitos).



**Figura 12:** Nº de óbitos e projeções (acumulados) Covid-19 - Rio de Janeiro (dia epidêmico)

### Considerações

Projeções de curto, médio e longo prazo relacionadas com a pandemia Covid-19, principalmente para os números de casos, internações hospitalares, bem como em UTIs, e de óbitos em uma determinada região geográfica são essenciais para gestores de saúde, em função das crescentes demandas de novos leitos, contratação de novos profissionais de saúde, etc.

Nesta nota técnica, a terceira do grupo de especialistas em apoio à Secretaria Estadual de Saúde, projeções de casos e óbitos foram calculadas para um horizonte de 2 a 3 semanas,

usando dois cenários de projeção. A diferença entre os cenários consiste na escolha de segmento de tempo no qual as observações passadas são consideradas para gerar as projeções futuras. Este procedimento de dois cenários foi adotado no sentido de evitar que as observações mais recentes (**Cenário 2** vs **Cenário 1**) influenciassem as projeções, uma vez que há evidências de atraso de notificação em ambos os desfechos.

Os resultados obtidos são coerentes com a premissa de que os atrasos de notificação influenciam os métodos de previsão de observações futuras de séries temporais sujeitas a este tipo de problema. O **Cenário 2** nos parece mais confiável do que o **Cenário 1**, e portanto deve ser considerado por gestores de saúde como modelo.

Finalmente, embora o **Cenário 2** corresponda, em princípio, ao cenário mais pessimista dos dois considerados neste relatório, se o problema de atrasos de notificação for mais grave do que se imagina este quadro pode ainda estar produzindo projeções otimistas da realidade nos próximos dias.

## Referências

Marcelo Prado M, Bastos L, Batista A, Antunes B, Baião F, Maçaira P, Hamacher S, Bozza F. Análise de subnotificação do número de casos confirmados da COVID-19 no Brasil. Nota Técnica 7 – 11/04/2020. Disponível em:

[https://drive.google.com/file/d/1\\_wlhqZnGgvqHuWCG4-JyiL2X9WXpZAe3/view](https://drive.google.com/file/d/1_wlhqZnGgvqHuWCG4-JyiL2X9WXpZAe3/view).

Acesso em: 07, maio 2020.

Wu D, Wu T, Liu Q, Yang Z. The SARS-CoV-2 outbreak: What we know. Int J Infect Dis. 2020 Mar 12;94:44-48. doi: 10.1016/j.ijid.2020.03.004.

Anna Tereza M. S. de Moura, Subsecretária de Inovação e Ensino em Saúde, Secretaria de Saúde, Governo do Estado do Rio de Janeiro.

Antônio Ponce de Leon, Departamento de Epidemiologia, Instituto de Medicina Social, Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Antonio Guilherme Pacheco, PROCC (Programa de Computação Científica), Fiocruz

Cynthia Boschi-Pinto, Departamento de Epidemiologia e Bioestatística (MEB), Instituto de Saúde Coletiva, Universidade Federal Fluminense.

Fabíola Giordani, Departamento de Formação Específica em Fonoaudiologia (FEF), Instituto de Saúde de Nova Friburgo, Universidade Federal Fluminense.

Guilherme Werneck, Departamento de Epidemiologia, Instituto de Medicina Social, Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Jony Arrais Pinto Júnior, Departamento de Estatística, Instituto de Matemática e Estatística, Universidade Federal Fluminense.

Ludmilla Viana Jacobson, Departamento de Estatística, Instituto de Matemática e Estatística, Universidade Federal Fluminense.

Regina Flauzino, Departamento de Epidemiologia e Bioestatística (MEB), Instituto de Saúde Coletiva, Universidade Federal Fluminense.

Valéria Troncoso Baltar, Departamento de Epidemiologia e Bioestatística, Instituto de Saúde Coletiva, Universidade Federal Fluminense.