



Imagem disponível em: <bit.ly/3ea8Q9M>

COVID-19 EM DADOS: Brasil em perspectiva comparada



Dalson Figueiredo (PPGCP/UFPE)  

Antônio Fernandes (PPGCP/UFPE)  

Lucas Silva (UNCISAL/UFPE)  

Lucas Borba (PPGCP/UFPE) 

Enivaldo Rocha (PPGCP/UFPE)  

Diego Henrique (IC/PE) 

Recife, 10 de abril de 2020

"A maior ameaça ao domínio continuado do ser humano em nosso planeta são os vírus."

**Joshua Lederberg,
Prêmio Nobel de Medicina**

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Evolução diária da Covid-19 na China.....	8
Gráfico 2 – Casos confirmados da Covid-19 no mundo.....	9
Gráfico 3 – Casos confirmados da Covid-19: Mundo x China	10
Gráfico 4 – Casos confirmados da Covid-19: Itália, Estados Unidos e Brasil	11
Gráfico 5 – Casos confirmados da Covid-19: Coreia do Sul, Reino Unido e Brasil	12
Gráfico 6 – Número de mortes por Covid-19 no mundo	13
Gráfico 7 – Número de mortes: Itália, Estados Unidos e Brasil	14
Gráfico 8 – Número de mortes: Brasil, França e Espanha	15
Gráfico 9 – Número de mortes: Brasil, Alemanha e Reino Unido.....	16
Gráfico 10 – Coeficiente de incidência e taxa de letalidade no mundo	17
Gráfico 11 – Número de casos e quantidade de óbitos no Brasil	18
Gráfico 12 – Correlação entre número de casos e quantidade de óbitos por unidade da federação	19
Gráfico 13 – Coeficiente de incidência por unidade da federação	20
Gráfico 14 – Taxa de letalidade por unidade da federação.....	21
Gráfico 15 – Correlação entre incidência e letalidade por unidade da federação	22
Gráfico 16 – Número estimado de casos da Covid-19 no mundo até 16 de abril.....	24
Gráfico 17 – Número estimado de casos da Covid-19 no Brasil até 16 de abril	25
Gráfico 18 – Número estimado de mortes por Covid-19 no mundo até 16 de abril	26
Gráfico 19 – Número estimado de mortes por Covid-19 no Brasil até 16 de abril (M1). 27	
Gráfico 20 – Número estimado de mortes por Covid-19 no Brasil até 16 de abril (M2).28	

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Número estimado de mortes por Covid-19 até 16 de abril (M2).....	28
-----------------------------------------------------------------------------	----

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	5
CORONAVÍRUS E A COVID-19: O QUE SÃO?	6
A ORIGEM: CHINA.....	7
CASOS CONFIRMADOS.....	9
MORTALIDADE	13
PROJEÇÕES	24
A) CASOS	24
B) MORTES	25
CONCLUSÕES	30
REFERÊNCIAS	31

INTRODUÇÃO

A COVID-19 é a maior ameaça à saúde pública mundial desde a pandemia de Gripe espanhola, provocada pelo vírus H1N1, em 1918 (FERGUSON et al., 2020)¹. Economicamente, a magnitude exata das perdas ainda é incerta, mas os efeitos fiscais e orçamentários de curto e longo prazo indicam que estamos caminhando para a maior recessão da história contemporânea (ATKESON, 2020; MCKIBBIN; FERNANDO, 2020). De acordo com a Oxfam International, [cerca de 500 milhões de pessoas podem sucumbir a pobreza em decorrência do novo coronavírus](#). As estimativas mais recentes do *European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC)* sobre o status da pandemia no mundo indicam 1.476.819 casos confirmados e mais de 87.816 mortes, o que significa 5,95% de letalidade. No Brasil, os dados oficiais do [Ministério da Saúde](#) sugerem 17.857 infectados e 941 óbitos, o que representa 5,27% de mortalidade.

O principal objetivo deste relatório é contribuir com o processo de tomada de decisão a partir da análise dos dados disponíveis. O desenho de pesquisa combina estatística descritiva e modelos de séries temporais para estimar a quantidade esperada de casos no Brasil e no mundo até o dia 16 de abril de 2020. Além disso, examinamos a variação do contágio e da mortalidade por unidade da federação. Com o objetivo de aumentar a transparência dos resultados, materiais de replicação estão disponíveis na plataforma do *Open Science Framework (OSF)*².

O restante do documento está organizado da seguinte forma. A próxima seção explica rapidamente o que é o vírus e descreve as principais características da doença. A segunda parte analisa o caso da China. A terceira mostra a evolução do número de casos confirmados e da quantidade de mortes da Covid-19 no mundo. Em seguida, examinamos a variação da pandemia no Brasil, adotando uma perspectiva comparada entre as unidades da federação. A quinta seção apresenta as projeções de casos diagnosticados e estimativas de mortes a partir dos dados globais e nacionais, respectivamente. A última parte sumariza as conclusões.

¹ Em 29/12/2019, autoridades chinesas detectaram um conglomerado de casos de pneumonia na cidade de Wuhan, China (RITCHIE et al., 2020). O SARS-CoV-2 é provavelmente uma variação do coronavírus encontrado em morcegos. Estimativas iniciais indicam que 81% dos infectados exibem condições moderadas e a taxa de mortalidade é de aproximadamente 2,3% (FISHER; HEYMANN, 2020). As evidências disponíveis indicam também que a letalidade está correlacionada com a idade (quanto maior, pior) e com a existência de comorbidades (doenças cardiovasculares, diabetes, hipertensão, câncer, etc.). A morte por COVID-19 produz insuficiência respiratória e falência múltipla de órgãos.

² Para mais detalhes, ver: <https://osf.io/d3t9g/>.

CORONAVÍRUS E A COVID-19: O QUE SÃO?

O coronavírus (CoV) é uma família de vírus envelopados pertencentes à ordem *Nidovirales*, composto por uma fita simples de RNA (FEHR; PERLMAN, 2015). Infecta tanto animais e humanos, causando problemas respiratórios, hepáticos, neurológicos e gastrointestinais (WU et al., 2020).

Tal grupo é dividido quatro gêneros: alfa coronavírus, beta coronavírus, gama coronavírus e delta coronavírus. Atualmente, são registrados seis tipos de coronavírus que infectam seres humanos (HCoV): HCoV-NL63 e HCoV-229E (gênero alfa coronavírus); HCoV-OC43 e HCoV-HKU1 (gênero beta coronavírus); SARS-CoV, que causam síndromes respiratórias agudas e o MERS-CoV, que provocou síndrome respiratória no Oriente Médio (WU et al., 2020).

A família de coronavírus é extremamente mutável, devido a sua alta densidade genética e frequente recombinação de genomas (WU et al., 2020). Novos coronavírus aparecem periodicamente devido à interação entre seres humanos e animais. Acredita-se, por exemplo, que o SARS-CoV tenha sido transmitido a partir do contato com morcegos (WANG; EATON, 2007) e o MERS-CoV através do contato com dromedários (LIPKIN, 2015).

O novo coronavírus, descoberto na província de Wuhan, na China, no final de dezembro de 2019, foi descrito inicialmente como 2019-nCoV. Em seguida, após análises filogenéticas e fisiopatológicas, foi nomeado como SARS-CoV 2 devido à semelhança que possuía com o, até então, SARS-CoV. As complicações provocadas por esse agente passaram a ser chamadas de Covid-19 (CHAN et al., 2020).

A Covid-19 é caracterizada por um quadro gripal de febre e tosse, podendo evoluir para um estágio de pneumonia e dispneia em casos mais graves. O período de incubação da doença varia de 2 a 14 dias. Em muitos casos, os indivíduos que se infectam permanecem assintomáticos, porém tornam-se potenciais vetores de transmissão.

O método de contágio é direto, ou seja, através do contato com a pessoa doente por meio de apertos de mão, gotículas de saliva, espirro, tosse ou fômites. Estudos recentes mostram que o SARS-CoV 2 é capaz de sobreviver no ar por mais de 3h e em superfícies como plásticos e metais por até 3 dias (VAN DOREMALEN et al., 2020). Atualmente, não existem vacinas para combater a doença. As principais formas de profilaxias são: higienização de mãos, ambientes e superfícies e o distanciamento social.

A ORIGEM: CHINA

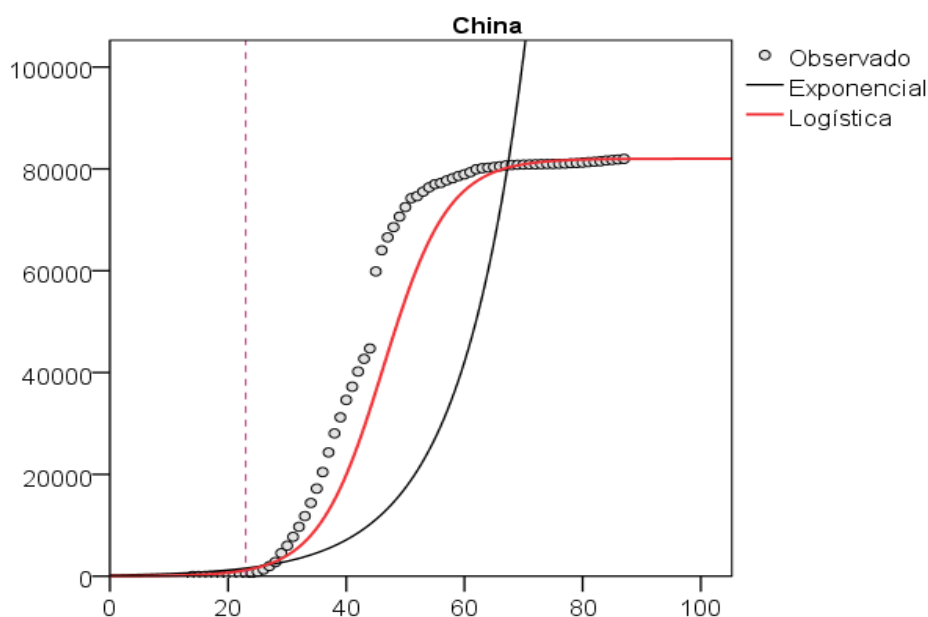
Os primeiros registros da COVID-19 começaram na China. No dia 31 de dezembro de 2019, autoridades de saúde da província de Hubei, na China, reportaram um conjunto de casos de pneumonia inespecífica na cidade de Wuhan, [uma megalópole com mais de 11 milhões de habitantes](#). Comparativamente, esse número equivale a população do estado do Paraná.

Inicialmente, foram 27 ocorrências. Dentre os infectados, havia sete casos graves e uma morte. Em comum, muitos acometidos frequentaram recentemente o mercado de frutos do mar de Huanan, conhecido como um local de venda de animais silvestres recém-abatidos. [Clinicamente, os pacientes evoluíram com leucopenia, plaquetopenia, opacidade pulmonar à radiografia e hipóxia](#).

Os centros de saúdes chineses descartaram a possibilidade da infecção respiratória ser causada por vírus ou bactérias comuns. Depois, descobriu-se que tratava de um novo tipo de coronavírus, recebendo a denominação 2019-nCoV. Em 11 de janeiro de 2020, [foi isolado e teve seu genoma sequenciado](#). Detectou-se sua semelhança com o, até então, SARS-CoV, passando a ser chamado de SARS-CoV 2.

Menos de duas semanas depois já existiam casos do novo Coronavírus na Tailândia, Japão, Coreia do Sul e Taiwan. Em 23 de Janeiro a China começou a adotar medidas de controle com o objetivo de reduzir a velocidade de infecção. No dia 25 do mesmo mês as mortes já passavam de 50. Cinco dias depois, a Organização Mundial de Saúde (OMS) declarou emergência de saúde pública global. O Gráfico 1 ilustra a evolução diária dos casos na China.

Gráfico 1 – Evolução diária da Covid-19 na China



Fonte: elaboração própria a partir dos dados de Ritchie et al. (2020)

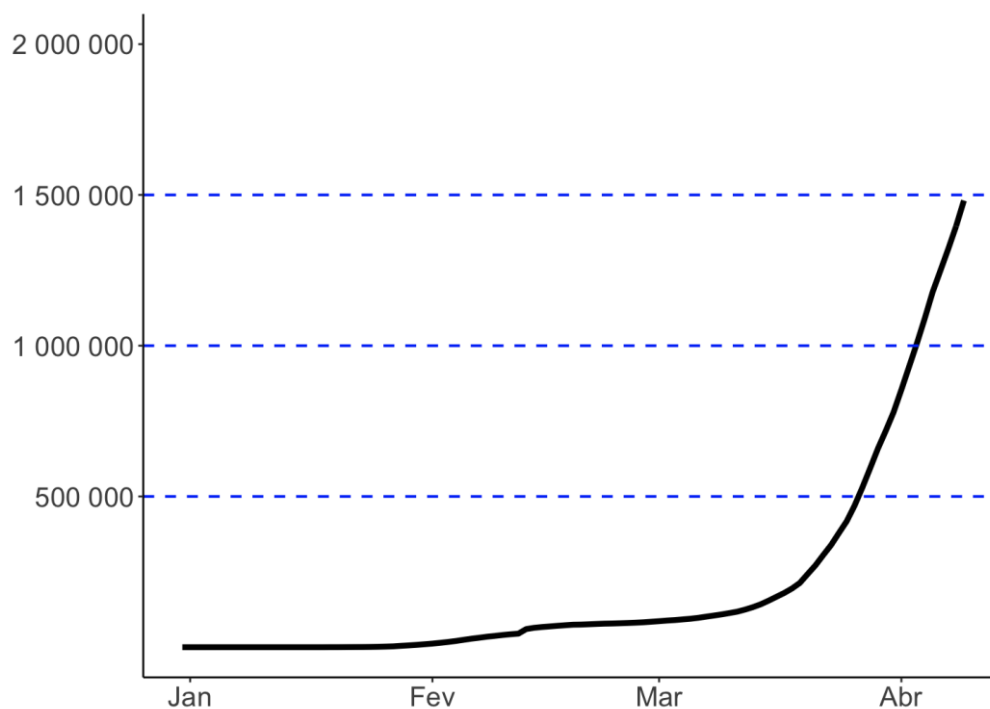
A linha pontilhada vertical representa 23/01/2020, data em que as portas de Wuhan foram completamente fechadas. As bolinhas cinzas ilustram o número de casos detectados de Covid-19. A curva preta indica a tendência exponencial do contágio. Por sua vez, a curva vermelha representa o comportamento da função logística (formato de S). Observe que mesmo depois do lockdown número de infectados continua a crescer muito rapidamente, acompanhando a distribuição exponencial. Isso porque o efeito esperado do isolamento social demora um pouco para ser observado. Note também que a quantidade de casos começa a desacelerar por volta do 50º dia e a curva de pessoas doentes atinge um platô.

Percebe-se então que a função logística se ajusta melhor aos dados em comparação com a distribuição exponencial. A interseção entre as curvas indica valores estatisticamente equivalentes em uma determinada data (dados reais x distribuição exponencial x distribuição logística). A partir desse momento, as bolinhas cinzas estão perfeitamente alinhadas à curva vermelha, o que significa que o ritmo de contágio foi interrompido. Em termos técnicos, esse padrão deve se repetir em todos os países do mundo. A diferença fundamental será o tempo até isso ocorrer e a quantidade de óbitos registrada dentro desse intervalo. Depois de compreender a situação da doença na China, o próximo passo é avaliar o comportamento da pandemia no mundo. A próxima seção sumariza estimativas de diagnósticos e mortalidade em perspectiva comparada.

CASOS CONFIRMADOS³

O Gráfico 2 ilustra a variação da quantidade de casos confirmados de Covid-19 no mundo entre 31 de dezembro de 2019 e 09 de abril de 2020.

Gráfico 2 – Casos confirmados de Covid-19 no mundo



Data: 08 de Abril de 2020

Fonte: elaboração própria a partir dos dados de Ritchie et al. (2020)

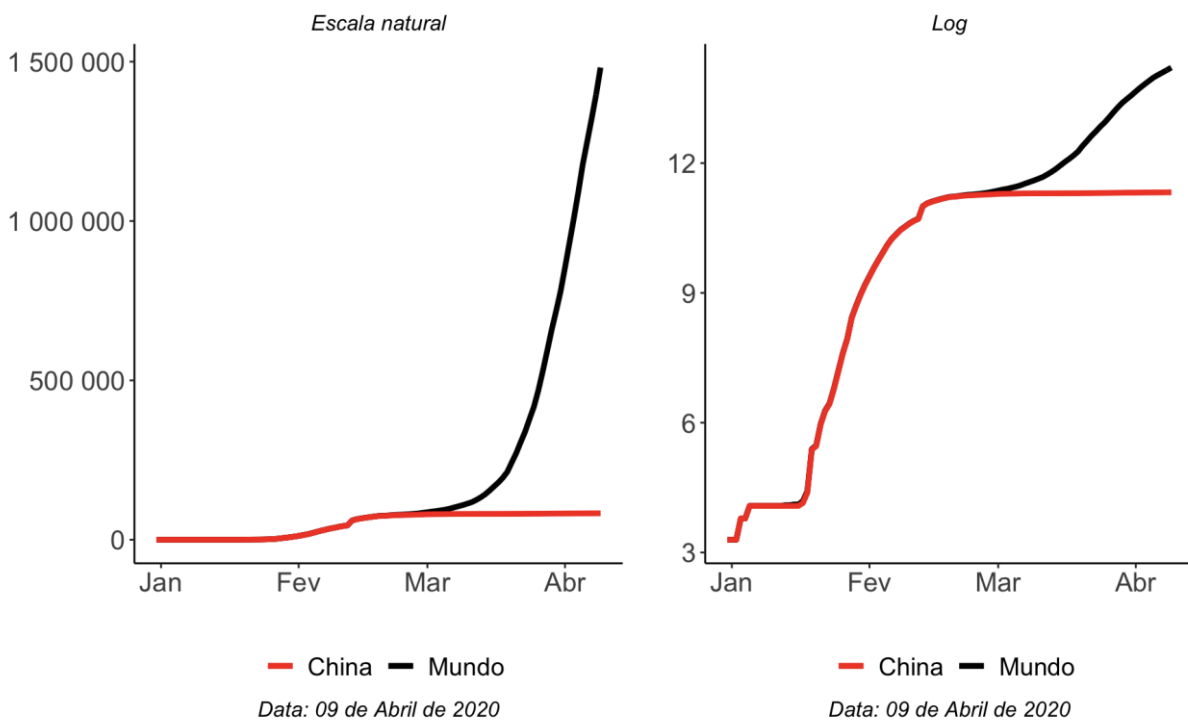
As linhas horizontais pontilhadas ilustram as marcas de 500 mil infectados. Entre o registro pioneiro de contágio (31/12/2019) e os primeiros 500 mil diagnósticos (27/03/2020) se passaram 87 dias. Depois disso, problema dobrou de tamanho em sete dias, já que em 03/04/2020 foram registrados 1.005.937 casos. E hoje, dia 09/04/2020, já são mais de 1,5 milhão de registros. Esse aumento na velocidade de novos casos é o que os estatísticos chamam de crescimento exponencial⁴.

³ Os dados utilizados neste relatório estão disponíveis em: <<https://ourworldindata.org/coronavirus-source-data>>. Dados atualizados em tempo real, incluindo informações sobre casos, mortes e testes, podem ser encontrados em: <<https://www.worldometers.info/coronavirus/>>. Outra fonte confiável de informações é o Data Center da Johns Hopinkns, ver: <<https://coronavirus.jhu.edu/>>. No Brasil, o Ministério da Saúde atualiza a situação epidemiológica diariamente em: <<https://covid.saude.gov.br/>>.

⁴ Algebricamente, temos um crescimento exponencial quando: $y = a \cdot b^x$, em que $b > 1$. Para mais informações, ver: [Exponential growth and epidemics](#) e [Crescimento Exponencial](#)

Em números absolutos, os Estados Unidos (432.132), Espanha (146.690) e Itália (139.422) lideram o *ranking* de casos confirmados. A Alemanha contabilizou 108.202 infectados. A França (82.048) empatou tecnicamente com China (82.870). E o Irã, que atualmente registra 64.586 casos, seguirá o mesmo caminho. O Reino Unido, que abandonou a estratégia inicial de mitigação, totalizou mais de 60 mil infectados, [incluindo o primeiro ministro Boris Johnson](#). O Gráfico 3 compara o número de casos de Covid-19 no mundo e na China.

Gráfico 3 – Casos confirmados da Covid-19: Mundo x China

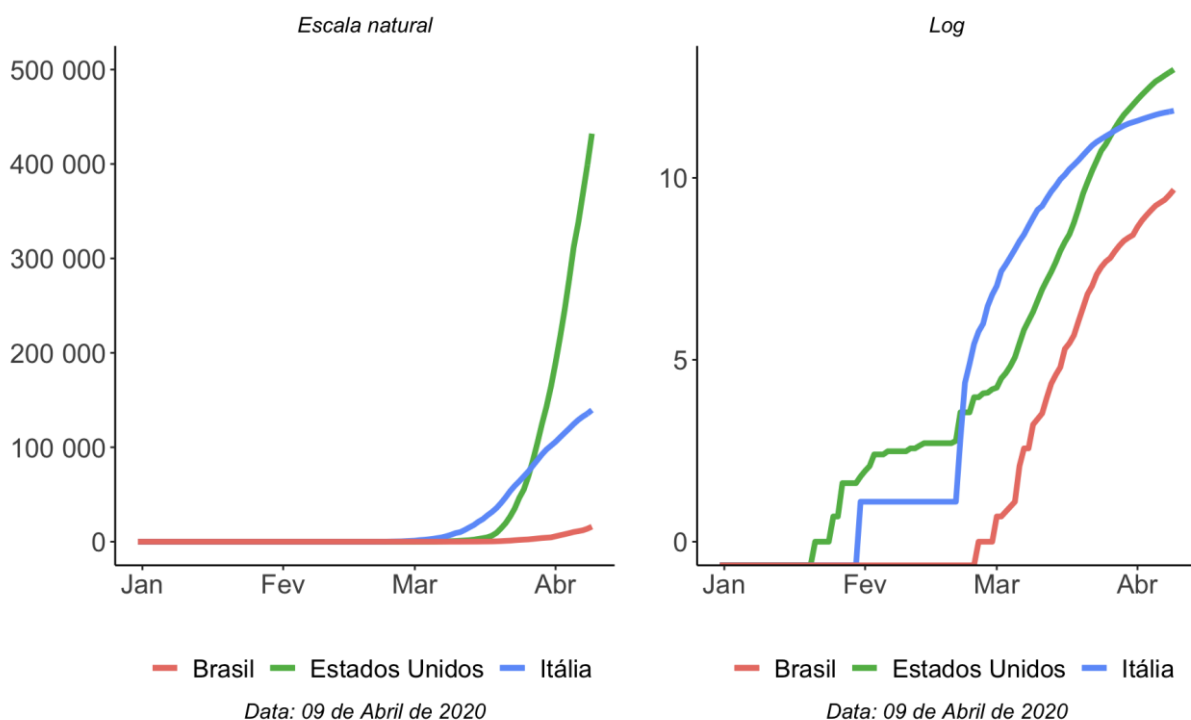


Fonte: elaboração própria a partir dos dados de Ritchie et al. (2020)

Enquanto a o ritmo de crescimento no mundo é acelerado, a China conseguiu frear o contágio. Como? Isolamento social severo desde o dia 23 de janeiro de 2020. Existe outra alternativa? Até o momento, não. A única maneira de reduzir a velocidade de propagação da Covid-19 é evitar novas infecções. De acordo com Tedros Ghebreyesus, diretor geral da OMS, [“sem ação agressiva em todos os países, milhões poderão morrer”](#). A primeira estimativa proposta por Ferguson et al. (2020) indicou cerca de 500 mil óbitos no Reino Unido e mais de 2 milhões nos Estados Unidos na ausência de medidas sistemáticas para reduzir a interação social.

Para melhor compreender a dinâmica do contágio, o Gráfico 4 compara a evolução do número de casos diagnosticados na Itália, Estados Unidos e Brasil.

Gráfico 4 – Casos confirmados de Covid-19: Itália, Estados Unidos e Brasil

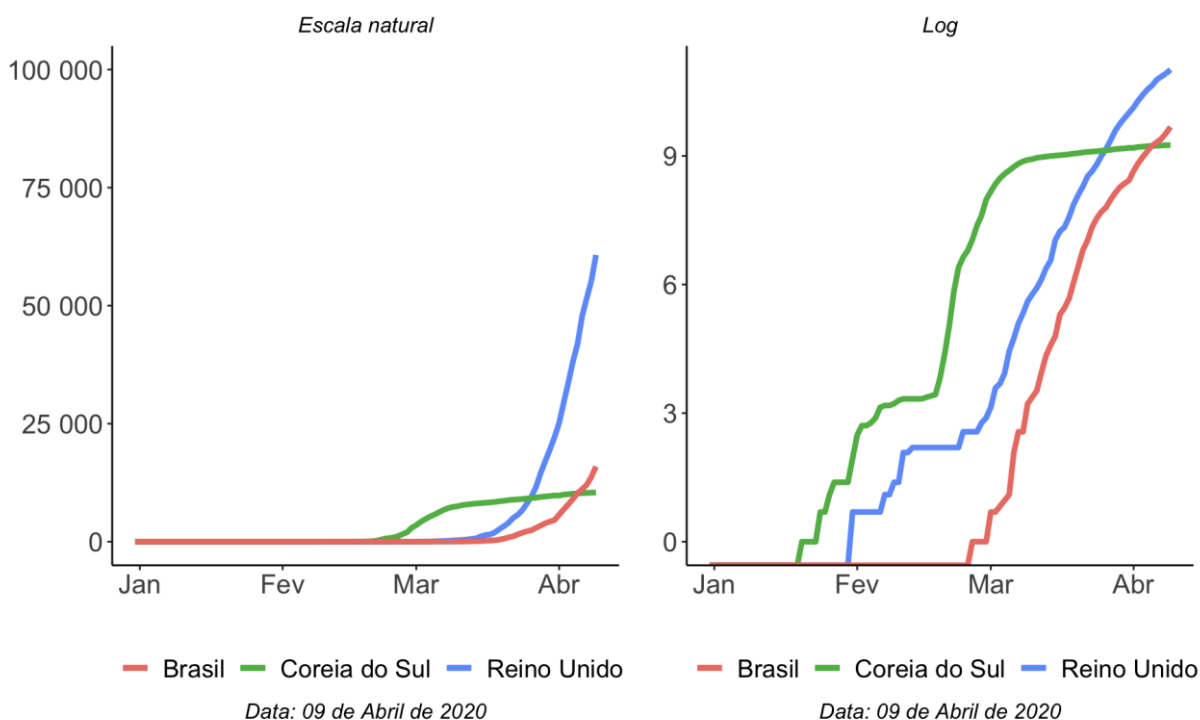


Fonte: elaboração própria a partir dos dados de Ritchie et al. (2020)

A Itália tem a maior quantidade absoluta de mortos (17.669). Já os Estados Unidos têm o maior número de casos confirmados (432.132). No Brasil, como pode ser observado, a curva de contágio segue uma tendência positiva. De acordo com relatório técnico publicado pelo Ministro da Saúde na Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical, a quantidade de diagnósticos positivos deve continuar aumentando em abril e maio. Na ausência de intervenções não-farmacêuticas, o Brasil corre o risco de brigar pela liderança de ambos os *rankings* (casos confirmados e mortalidade)⁵. Vejamos como fica a situação do país em comparação com Coreia do Sul e Reino Unido no Gráfico 5.

⁵ Para uma descrição detalhada do que são intervenções não-farmacêuticas, ver Ferguson et al., (2020). Para uma revisão da literatura sobre a taxa de transmissibilidade da Covid-19, ver Liu et al. (2020). Zhang et al. (2020), com auxílio do pacote "earlyR", reportam uma taxa de transmissibilidade de 2,28.

Gráfico 5 – Casos confirmados de Covid-19: Coreia do Sul, Reino Unido e Brasil



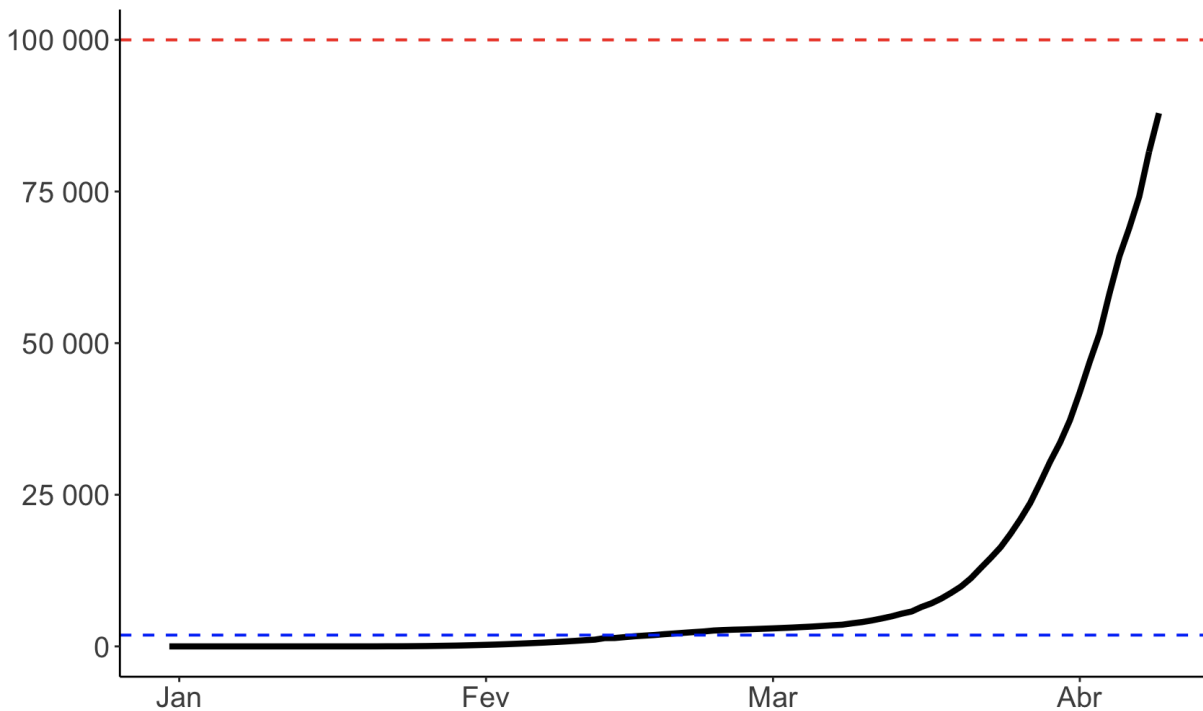
Fonte: elaboração própria a partir dos dados de Ritchie et al. (2020)

O Brasil exibe a mesma tendência positiva do Reino Unido: crescimento acelerado na quantidade de casos confirmados. Inicialmente, o então primeiro ministro [Boris Johnson](#) apostou em ações de mitigação como estratégia de combate à doença. Todavia, o governo britânico recuou e passou a [adotar políticas mais severas de isolamento social](#). Comparativamente, a Coreia do Sul conseguiu amortecer a tendência de crescimento. Como? [Um misto de isolamento, tecnologia da informação e transparência](#). Outro procedimento importante é investir em campanhas massivas de testagem e isolamento dos infectados.

MORTALIDADE

O Gráfico 6 ilustra a evolução da quantidade de mortes no mundo entre 31 de dezembro de 2019 e 9 de abril de 2020.

Gráfico 6 – Número de mortes por Covid-19 no mundo

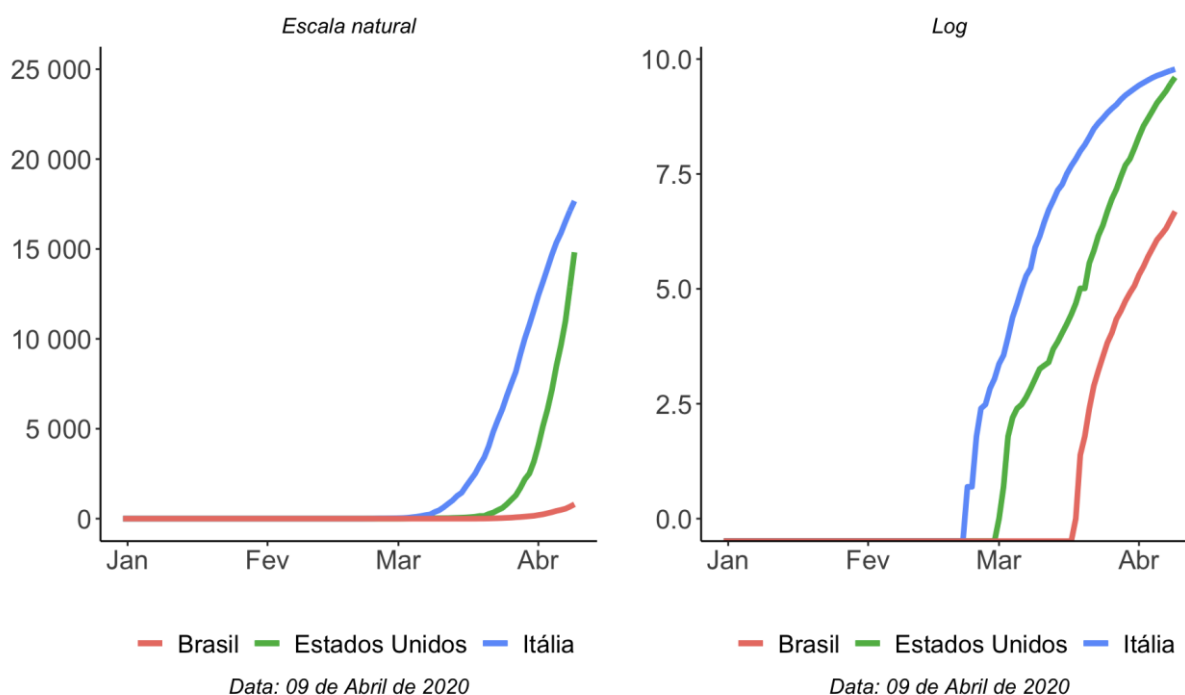


Data: 09 de Abril de 2020

Fonte: elaboração própria a partir dos dados de Ritchie et al. (2020)

A linha pontilhada azul ilustra o total de óbitos por [SARS em 2003](#) (1.000) e [MERS](#) em 2012 (862). Por sua vez, cravada em 87.816, a linha pontilhada vermelha demarca a quantidade de óbitos por Covid-19 até a última extração do banco de dados, que foi realizada às 11:45 (hora de Londres) do dia 09/04/2020. As estimativas do [Worldometers](#) já indicam mais de 92 mil mortos e a marca de 100 mil vidas perdidas deve ser seguramente ultrapassada amanhã (10/04/2020). O Gráfico 7 ilustra o número de ocorrências fatais em perspectiva comparada entre Itália, Estados Unidos e Brasil.

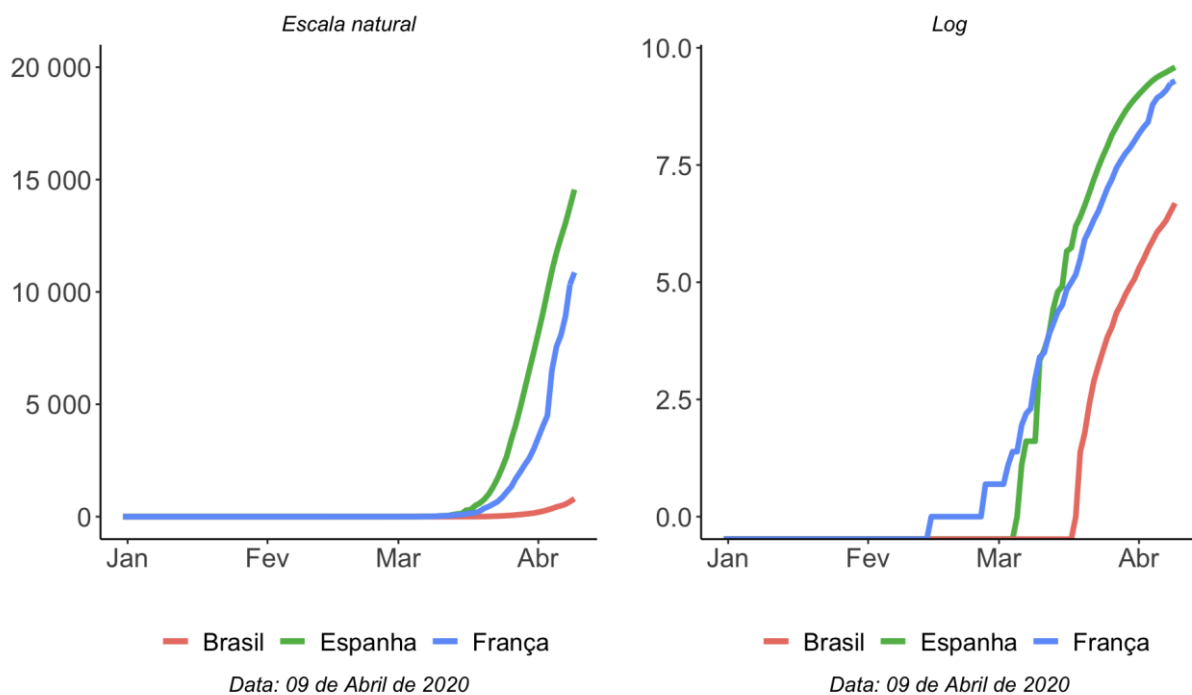
Gráfico 7 – Número de mortes: Itália, Estados Unidos e Brasil



Fonte: elaboração própria a partir dos dados de Ritchie et al. (2020)

Itália e Estados Unidos exibem incrementos consistentes na mortalidade em função do tempo. Em 08/04/2020, a Itália enterrou 540 cidadãos. Os Estados Unidos perderam quase 2 mil no mesmo período. Em 09/04/2020, de acordo com o <https://www.worldometers.info/coronavirus/>, foram contabilizados 1.900 óbitos nos EUA e 610 mortes na Itália. Na ausência de medidas severas de isolamento social, o Brasil deve seguir o mesmo caminho em questão de semanas. O Gráfico 8 ilustra a mortalidade no Brasil, na França e na Espanha em perspectiva comparada.

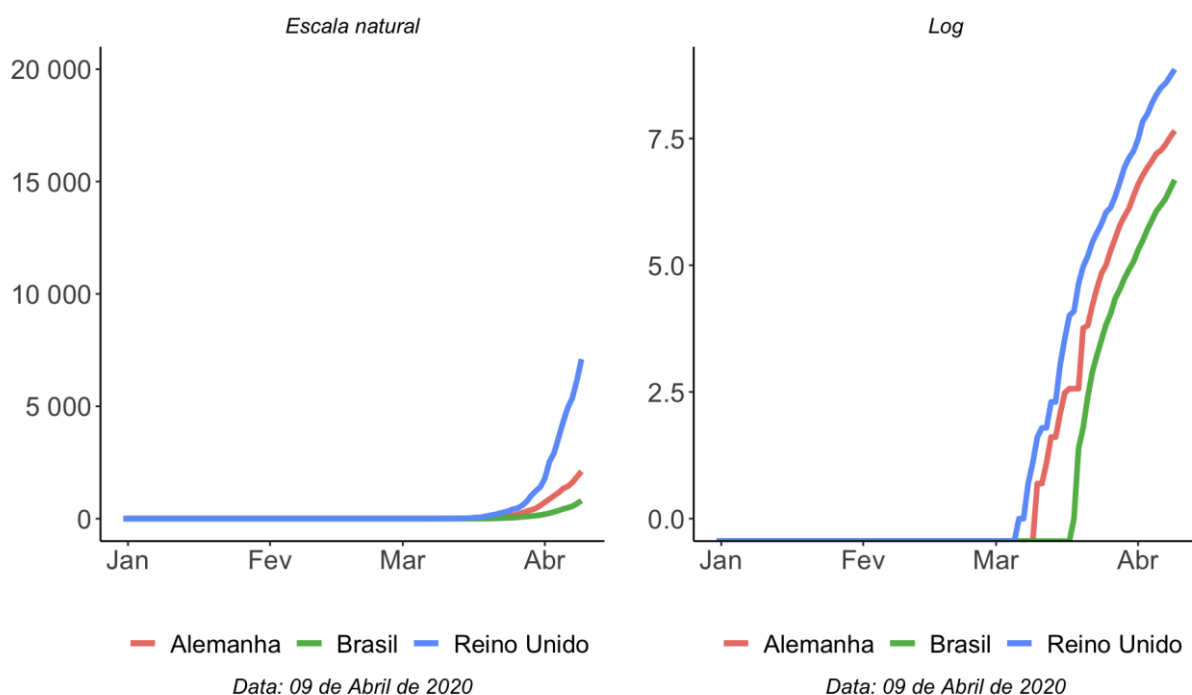
Gráfico 8 – Número de mortes: Brasil, França e Espanha



Fonte: elaboração própria a partir dos dados de Ritchie et al. (2020)

Em 09/04/2020, a [atualização do Ministério da Saúde indicou 941 óbitos no Brasil](#), o que significa uma letalidade de 5,27%, dada a quantidade de casos confirmados (17.857). O Gráfico 9 compara a situação do Brasil com Alemanha e Reino Unido.

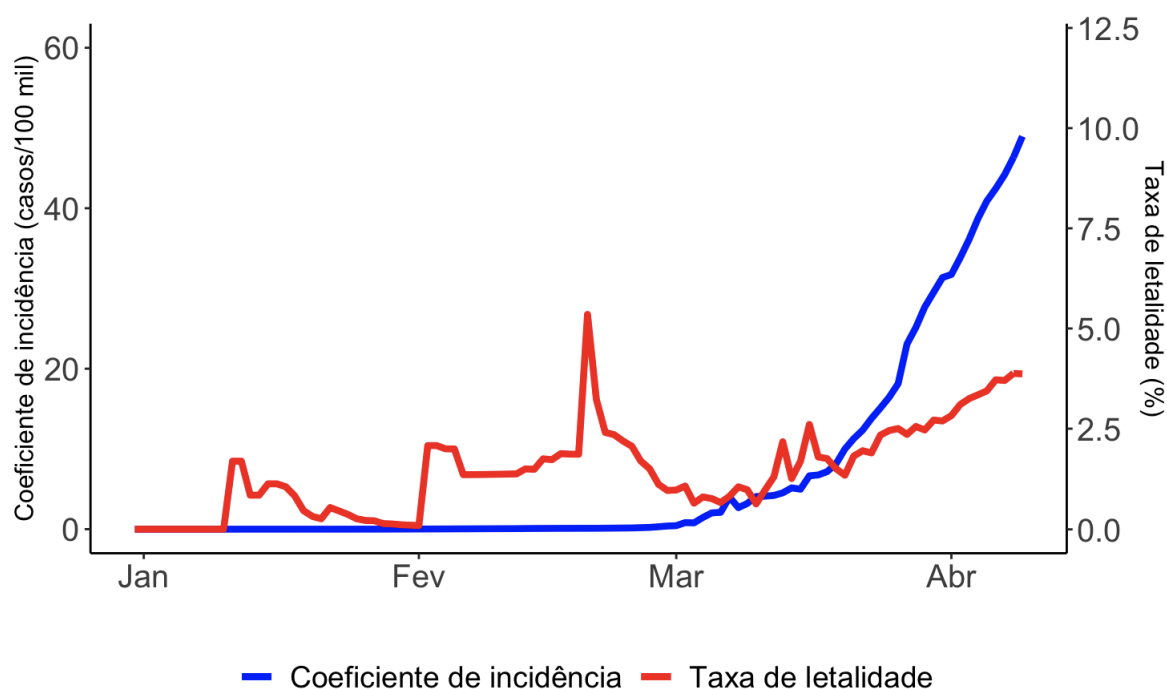
Gráfico 9 – Número de mortes: Brasil, Alemanha e Reino Unido



Fonte: elaboração própria a partir dos dados de Ritchie et al. (2020)

Em particular, a série de mortalidade nacional segue o mesmo comportamento da Itália, Estados Unidos, França, Espanha e Reino Unido. Se essa tendência não for revertida, devemos observar um incremento vertiginoso no número de mortes nas próximas semanas. O Gráfico 10 ilustra a variação do coeficiente de incidência e da taxa de letalidade da Covid-19 no mundo.

Gráfico 10 – Coeficiente de incidência e taxa de letalidade no mundo



Data: 09 de Abril de 2020

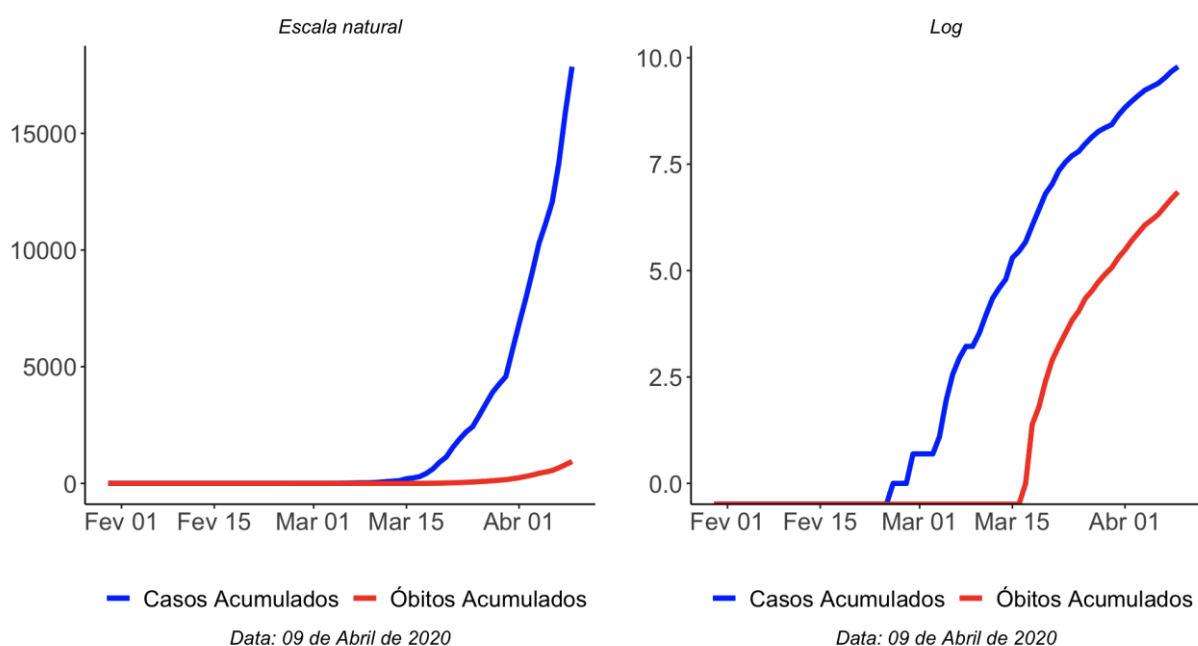
Fonte: elaboração própria a partir dos dados de Ritchie et al. (2020)

O coeficiente de incidência, representado pela linha azul, é calculado pela divisão do número de casos confirmados pela população⁶. De acordo com as estimativas de 09/04/2020, a incidência da Covid-19 no mundo é de 49 por 100 mil habitantes. Por sua vez, a taxa de letalidade é mensurada a partir da razão entre a quantidade de óbitos e o montante de casos diagnosticados. Como pode ser observado, a letalidade vem crescendo desde o início de março e atingiu 3,87% em 09/04/2020.

Depois de compreender a situação da pandemia no mundo, o próximo passo é examinar a variação da Covid-19 no Brasil. O Gráfico 11 ilustra a quantidade de casos e o número de mortes no país entre 30/01/2020 e 09/04/2020.

⁶ Tecnicamente, o coeficiente de incidência é calculado a partir do número de casos normalizado pelo tamanho da população, tal qual a taxa de mortalidade infantil ou a taxa de homicídios. O principal objetivo da padronização é garantir a comparabilidade entre unidades amostrais (no caso, os estados brasileiros) que exibem populações muito distintas.

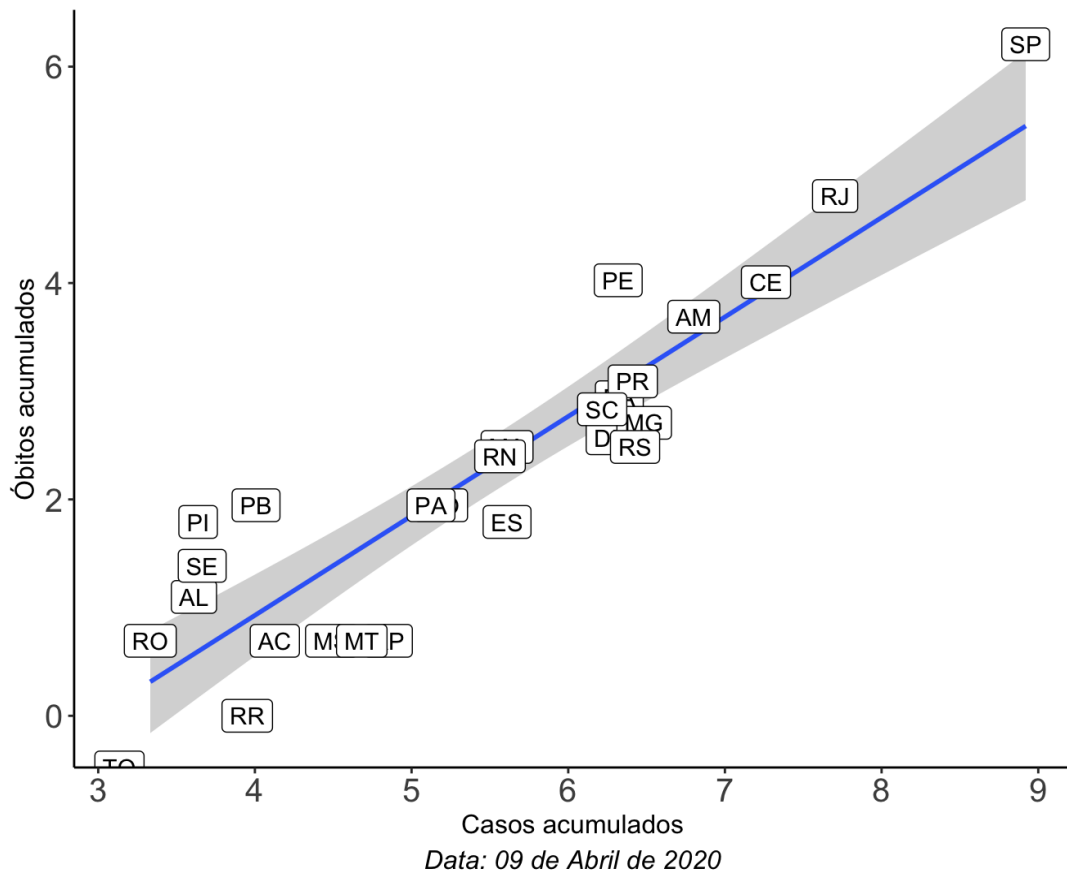
Gráfico 11 – Número de casos e quantidade de óbitos no Brasil



Fonte: elaboração própria a partir dos dados de Ritchie et al. (2020)

Como pode ser visto, as curvas de casos e mortes no Brasil exibem tendências positivas, ou seja, estão crescendo ao longo do tempo, assim como observado em outros países. O Gráfico 12 ilustra a correlação entre quantidade de casos e número de mortes por unidade da federação, tendo como referência os dados de 09/04/2020.

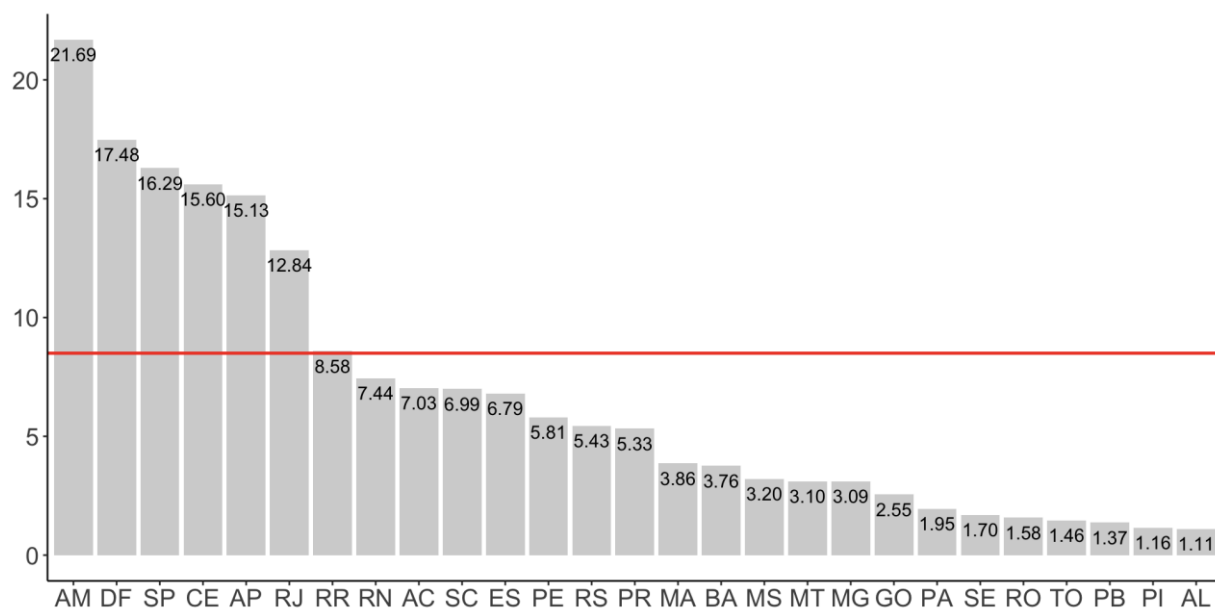
Gráfico 12 – Correlação entre número de casos e quantidade de óbitos por unidade da federação



Fonte: elaboração própria a partir dos dados de Ritchie et al. (2020)

Como pode ser observado, existe uma associação positiva entre as variáveis, ou seja, quanto maior a quantidade de casos, em média, maior o número de óbitos ($r = 0,92$; $p\text{-valor} < 0,001$). Pernambuco e São Paulo exibem um montante desproporcional de vidas perdidas, dado o nível de casos diagnosticados, o que pode indicar subnotificação. O Gráfico 13 mostra a variação do coeficiente de incidência por unidade da federação.

Gráfico 13 – Coeficiente de incidência por unidade da federação

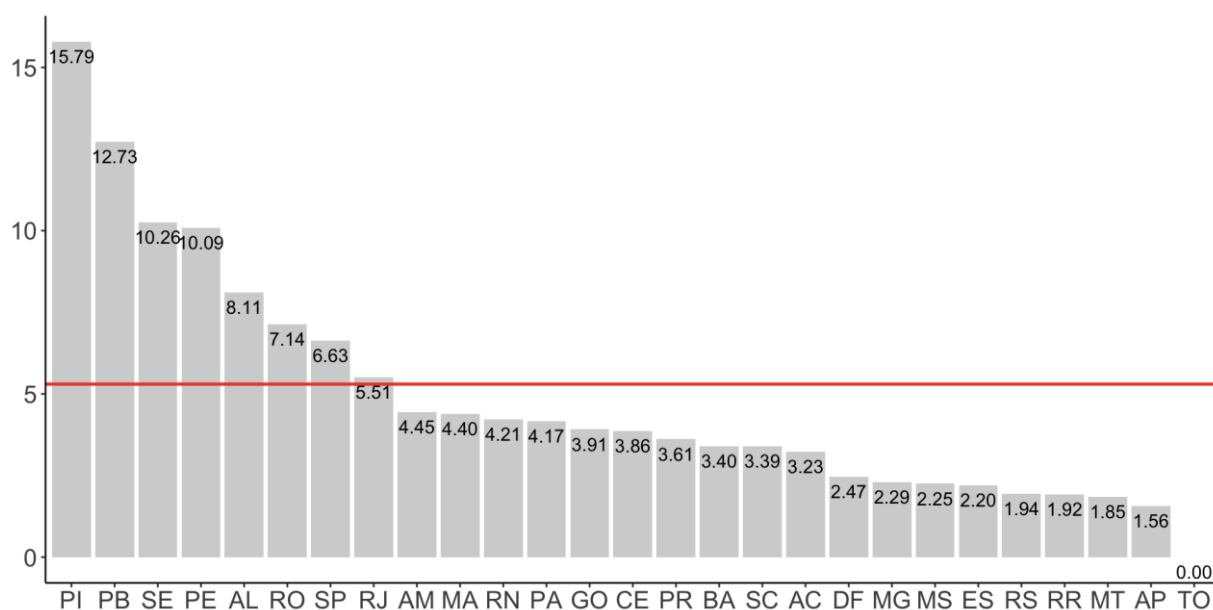


Data: 09 de Abril de 2020

Fonte: elaboração própria a partir dos dados de Ritchie et al. (2020)

Amazonas (21,69), Distrito Federal (17,48) e São Paulo (16,29) lideram o ranking de casos confirmados. Por outro lado, Paraíba (1,37), Piauí (1,16) e Alagoas (1,11) exibem níveis mais reduzidos de incidência. De acordo com o Ministério da Saúde, quando a taxa de uma determinada localidade supera em 50% a média nacional, é motivo para preocupação. Valores entre 50% e a taxa nacional requerem atenção. O Gráfico 14 ilustra a variação da taxa de letalidade por unidade da federação.

Gráfico 14 – Taxa de letalidade por unidade da federação



Data: 09 de Abril de 2020

Fonte: elaboração própria a partir dos dados de Ritchie et al. (2020)

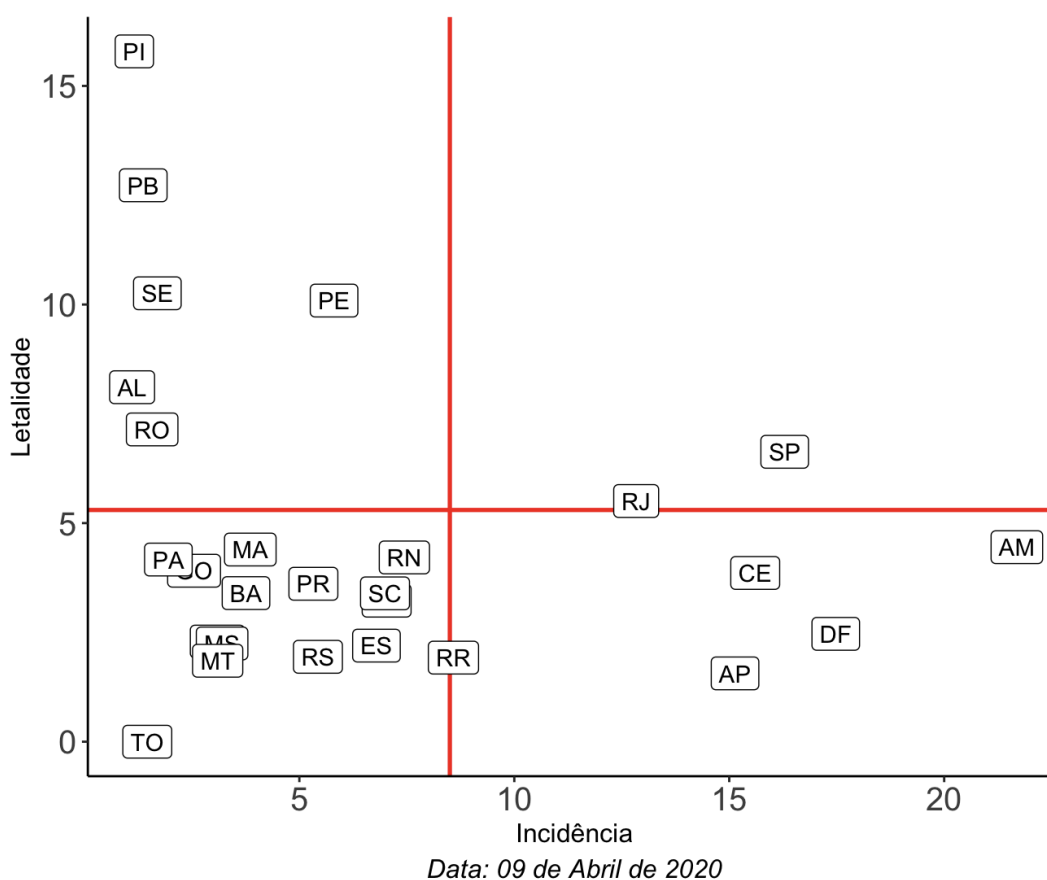
No quesito letalidade, Piauí (15,79%), Paraíba (12,73%), Sergipe (10,26%) e Pernambuco (10,09%) lideram o ranking. No outro oposto vemos Mato Grosso (1,85%), Amapá (1,56%) e Tocantins, que ainda não registrou óbitos. No Brasil, a desigualdade institucional entre as unidades federativas vai influenciar a capacidade de testagem e, conseqüentemente, de diagnóstico de casos positivos. Verdade seja dita, o problema de subnotificação não ocorre apenas em terras tupiniquins e não é específico da Covid-19. Por exemplo, há evidências confiáveis de que o número de homicídios no País é subestimado. Veja, por exemplo, o relatório “Mapa de Homicídios Ocultos no Brasil”. Similarmente, até hoje o sistema de informações sobre mortalidade do Datasus indica que a taxa de mortalidade infantil “pode exigir correções da subenumeração de óbitos neonatais precoces e de nascidos vivos, especialmente nas regiões Norte e Nordeste”.

Ou seja, temos dificuldade em mensurar mortes, sejam elas violentas e intencionais, sejam decorrentes de um novo vírus. Tecnicamente, um primeiro problema de medir errado a quantidade de casos é sobestimar a letalidade (o valor vai parecer muito mais alto do que realmente é). Isso porque a taxa de mortalidade é calculada a partir da divisão entre o número de óbitos e a quantidade de casos confirmados da doença. Por exemplo, se 20 pessoas morreram e 100 foram diagnosticadas, a letalidade é de 20%. A subnotificação altera o denominador da taxa, o que por sua vez muda radicalmente a magnitude da mortalidade da Covid-19.

Outro problema da subnotificação diz respeito ao processo de tomada de decisão. Se, por exemplo, o governo decide transferir mais recursos para estados com maior letalidade, o erro de mensuração (subnotificação) vai produzir ineficiência alocativa de recursos públicos. A subnotificação pode ter origem técnica, quando a aferição é deficiente. Por exemplo, quando o sistema de saúde não dispõe de kits em número suficiente para atender à demanda. No entanto, e aí é mais preocupante, a subnotificação pode ter origem política. Isso ocorre, por exemplo, quando existe uma orientação específica sobre a exclusão de casos e óbitos do sistema. Assim, o erro de medida será sistemático e, para além de problemas nos cálculos das taxas de mortalidade, será mais difícil de encontrar relações entre a quantidade de óbitos e outras variáveis consideradas relevantes como a capacidade do sistema de saúde e indicadores socioeconômicos.

O Gráfico 15 ilustra a correlação entre o coeficiente de incidência e a taxa de letalidade por unidade da federação.

Gráfico 15 – Correlação entre incidência e letalidade por unidade da federação



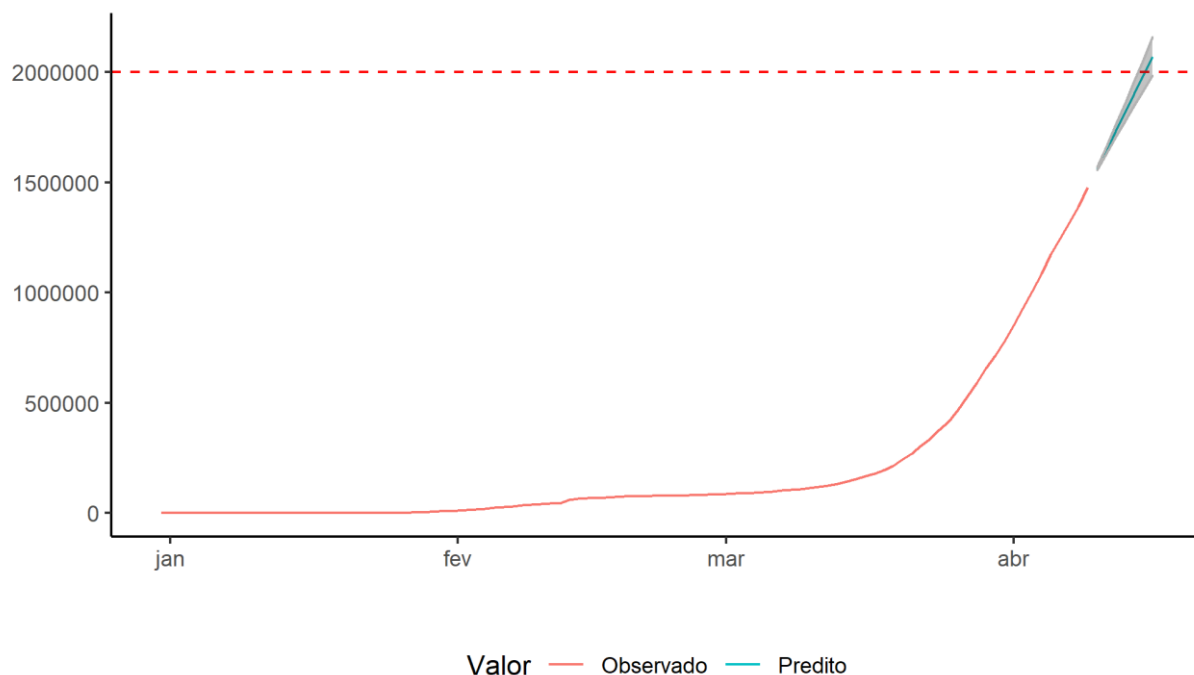
Fonte: elaboração própria a partir dos dados de Ritchie et al. (2020)

As linhas vermelhas representam as taxas nacionais (incidência e letalidade). O quadrante superior-esquerdo agrupa os estados com poucos casos e alta mortalidade. Note que todas as observações pertencem ao eixo Norte-Nordeste, sendo Piauí e Pernambuco os exemplos mais extremos da combinação entre poucos diagnósticos e muitos óbitos. Por sua vez, o quadrante superior-direito ilustra a situação de muitos casos e muitas mortes: São Paulo e Rio de Janeiro. O quadrante inferior-direito mostra os estados com muitos casos e baixa letalidade. Destacam-se aqui Distrito Federal, Amazonas e Ceará. Por fim, o quadrante inferior-esquerdo conglomera unidades federativas que exibem níveis comparativamente mais reduzidos em ambos indicadores (menor quantidade de diagnósticos e menor número de mortes). Operacionalmente, as ações de testagem em massa e isolamento social serão essenciais para explicar a mobilidade futura dos estados brasileiros no gráfico de incidência e letalidade.

PROJEÇÕES

A) CASOS

Gráfico 16 – Número estimado de casos da Covid-19 no mundo até 16 de abril de 2020⁷

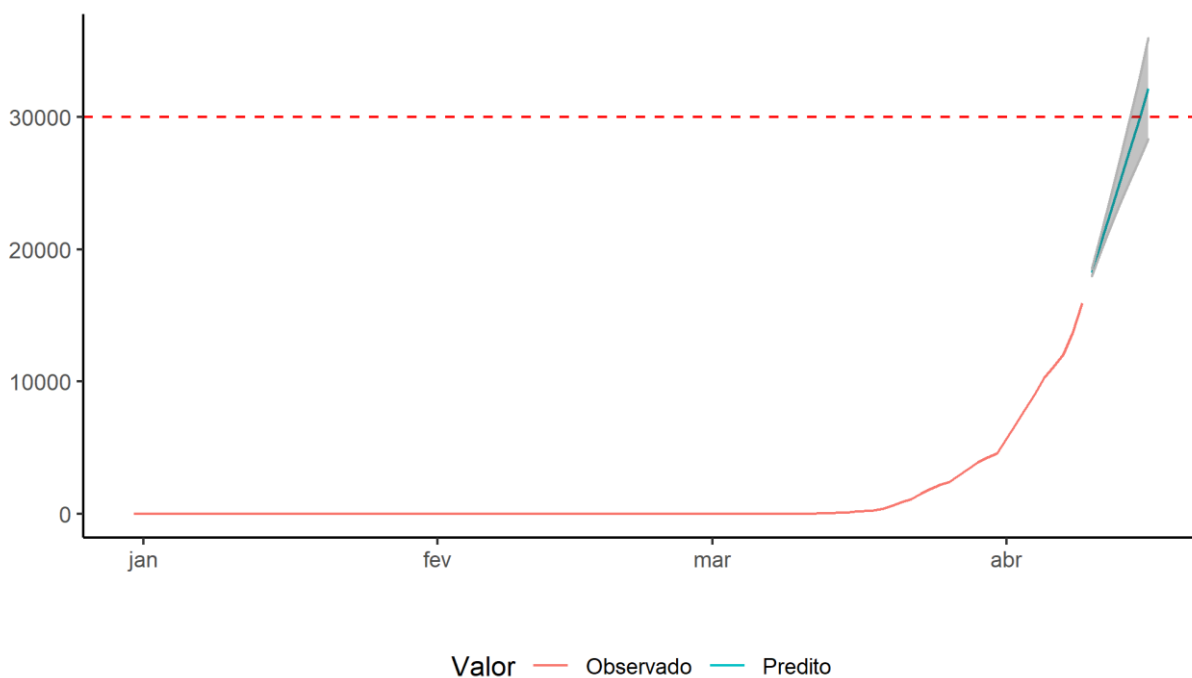


Fonte: elaboração própria a partir dos dados de Ritchie et al. (2020)

A linha pontilhada vermelha indica o patamar de 2 milhões de casos. O modelo indica que a marca de 2 milhões de infectados deve ser superada em menos de uma semana. Em particular, nossa estimativa para o dia 16 de abril de 2020 é de 2.095.350 casos, sendo 2.009.317 o limite inferior e 2.181.382 o limite superior em um intervalo de confiança de 95%. O Gráfico 17 ilustra a quantidade esperada de casos no Brasil até o final da próxima semana (16/04/2020).

⁷ O modelo utilizado foi um *autoregressive integrated moving average* - Arima. Os parâmetros utilizados foram $p = 0$, $d = 2$ e $q = 0$ (0, 2, 0).

Gráfico 17 – Número estimado de casos de Covid-19 no Brasil até 16 de abril⁸



Fonte: elaboração própria a partir dos dados de Ritchie et al. (2020)

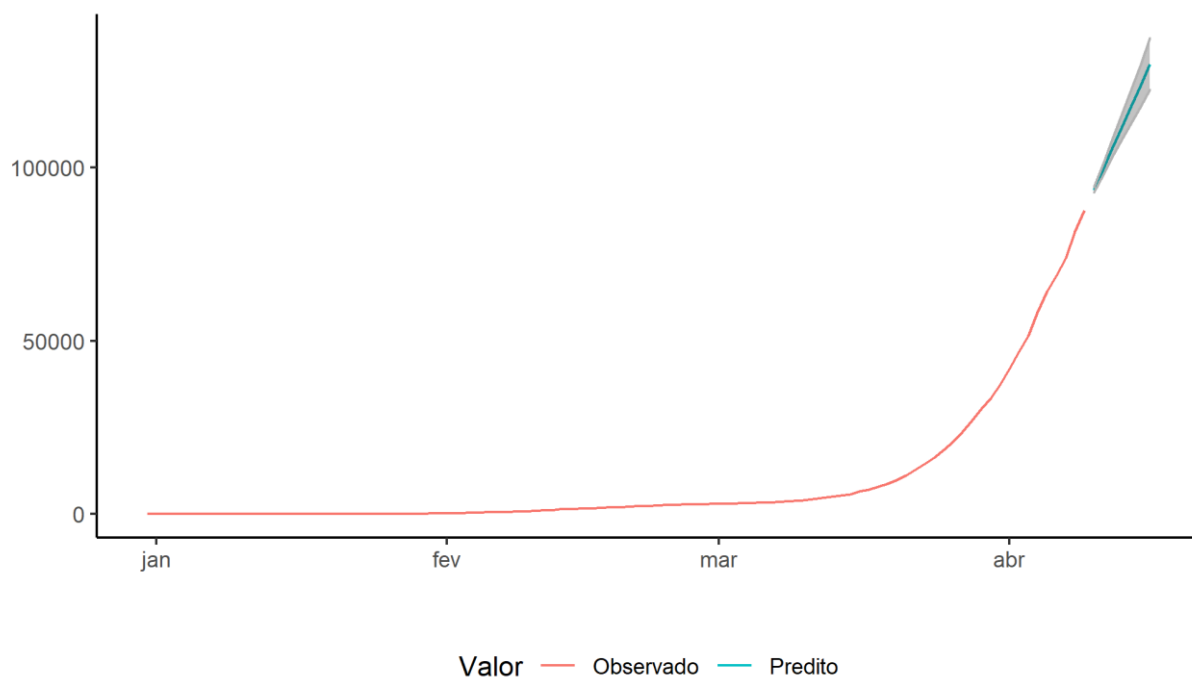
A linha pontilhada ilustra o patamar de 30 mil. Para o dia 16 de abril, esperamos observar 31.458 casos confirmados, sendo o limite inferior de 29.013 e limite superior de 33.904 em um intervalo de confiança de 95%.

B) MORTES

O Gráfico 18 ilustra a previsão de mortes no mundo até a próxima semana (16/04/2020).

⁸ ARIMA (0, 2, 1).

Gráfico 18 – Número estimado de mortes por Covid-19 no mundo até 16 de abril⁹

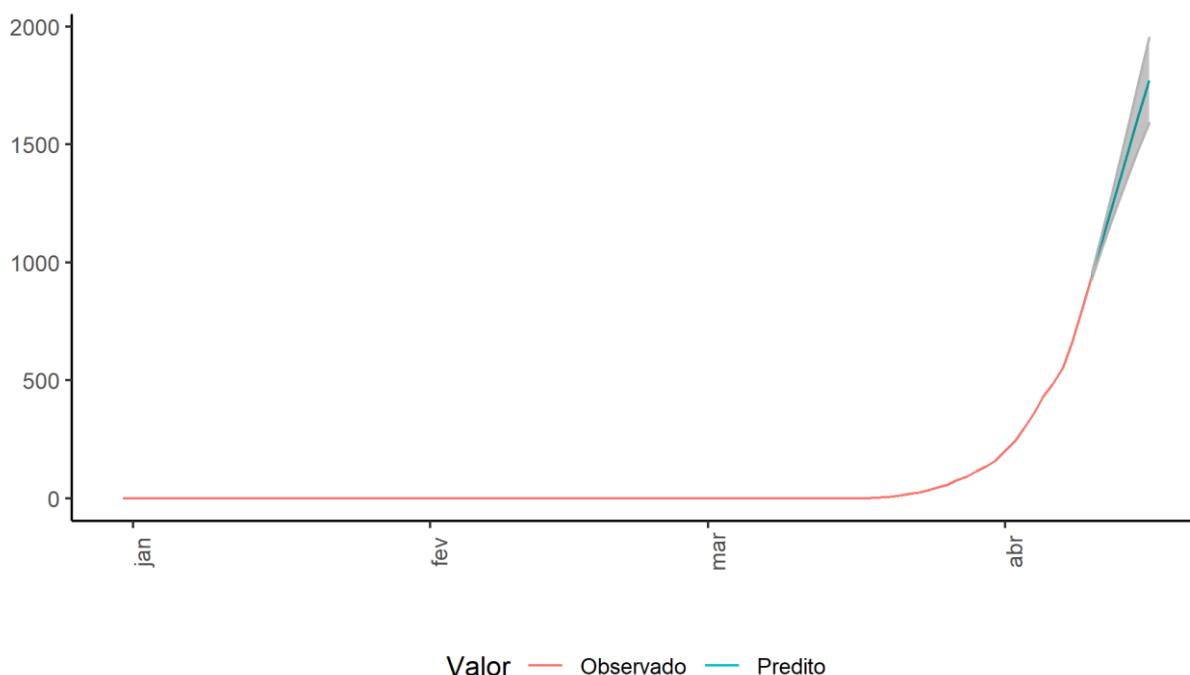


Fonte: elaboração própria a partir dos dados de Ritchie et al. (2020)

De acordo com o modelo, devemos observar cerca de 111.791 mortes até o dia 13 de abril e 129.969 óbitos até 16 de abril. O Gráfico 19 ilustra a previsão de mortes no Brasil até a próxima semana.

⁹ ARIMA (0, 2, 2).

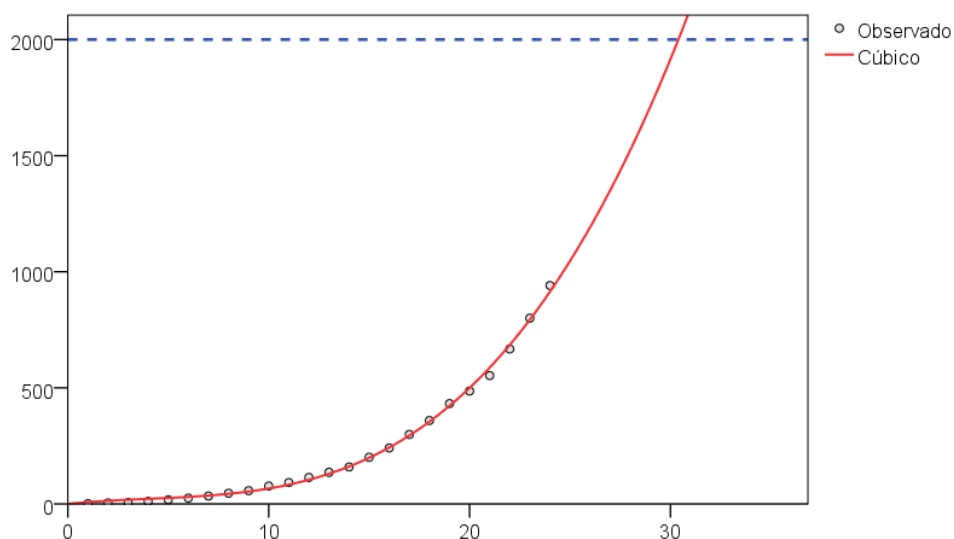
Gráfico 19 – Número estimado de mortes por Covid-19 no Brasil até 16 de abril (M1)



Fonte: elaboração própria a partir dos dados de Ritchie et al. (2020)

Assumindo que a tendência do passado se manterá constante no futuro, o modelo 1 prevê 937 óbitos acumulados no Brasil amanhã (10/04/2020). Para o dia 16 de abril, nossa estimativa pontual é de 1.771 mortes, sendo o limite inferior de 1.590 e o limite superior de 1.953, com intervalo de confiança de 95%. Como a série temporal é muito curta (apenas 31 observações), estimamos um modelo alternativo a partir de outra técnica estatística (regressão). O Gráfico 20 ilustra o ajuste de nossa previsão de mortes no Brasil até a próxima semana (16/04/2020).

Gráfico 20 – Número estimado de mortes por Covid-19 no Brasil até 16 de abril (M2)



Fonte: elaboração própria a partir dos dados de Ritchie et al. (2020)

A linha pontilhada azul ilustra o patamar de 2 mil óbitos. Em particular, nossas estimativas indicam 1.047 mortes acumuladas até o dia 10/4. Na próxima segunda-feira, dia 13/4, o Brasil deve ter perdido 1.525 vidas para a Covid-19. E, assumindo que esse modelo descreve corretamente o comportamento dos dados, devemos superar a marca de 2 mil mortes entre 15/4 e 16/4 de 2020. A Tabela 1 ilustra as previsões diárias, juntamente com os limites inferior e superior do intervalo de 95% de confiança.

Tabela 1 – Número estimado de mortes por Covid-19 até 16 de abril (M2)

DATA	MORTES	LIM. INFERIOR	LIM. SUPERIOR
10/4	1.047	1.011	1.082
11/4	1.192	1.151	1.233
12/4	1.351	1.303	1.400
13/4	1.525	1.467	1.582
14/4	1.713	1.644	1.781
15/4	1.916	1.835	1.997
16/4	2.135	2.040	2.231

Fonte: elaboração própria a partir dos dados de Ritchie et al. (2020)

Detalhadamente, a mortalidade diária deve ser assim: 10.04.20 (n = 133), 11.04.20 (n = 146), 12.04.20 (n = 159), 13.04.20 (n = 173), 14.04.20 (n = 188), 15.04.20 (n = 203) e 16.04.20 (n = 219).

CONCLUSÕES

1. A marca de dois milhões de infectados no mundo deve ser superada entre 15/04/2020 e 16/04/2020;
2. O ritmo de crescimento de novos casos ainda segue uma distribuição exponencial, o que indica que cada vez mais pessoas no mundo estão sendo infectadas;
3. Existe uma associação positiva entre a quantidade de casos e o número de óbitos ($r = 0,92$; $p\text{-valor} < 0,001$).
4. Brasil, Estados Unidos e Itália exibem níveis semelhantes de crescimento do contágio;
5. A Coreia do Sul e China conseguiram amortizar a tendência de aumento;
6. O Brasil deve exibir um incremento vertiginoso de casos nos próximos dias. Nossa expectativa pessimista indica mais de 30 mil registros até 16/04/2020;
7. Amazonas (21,69), Distrito Federal (17,48) e São Paulo (16,29) lideram atualmente o *ranking* do coeficiente de incidência;
8. Piauí (15,79%), Paraíba (12,73%), Sergipe (10,26%) e Pernambuco (10,09%) lideram o *ranking* da taxa de letalidade;
9. O mundo perderá cerca de 130 mil vidas para a Covid-19 até 16/04/2020;
10. No Brasil, nossas estimativas indicam 1.771 mortes (M1) e 2.135 óbitos (M2) até 16/04/2020.

REFERÊNCIAS

ATKESON, A. What Will Be the Economic Impact of COVID-19 in the US? Rough Estimates of Disease Scenarios. Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research, mar. 2020. Disponível em: <<http://www.nber.org/papers/w26867.pdf>>. Acesso em: 9 abr. 2020.

CHAN, J. F.-W. et al. A familial cluster of pneumonia associated with the 2019 novel coronavirus indicating person-to-person transmission: a study of a family cluster. *The Lancet*, v. 395, n. 10223, p. 514–523, fev. 2020.

FEHR, A. R.; PERLMAN, S. Coronaviruses: An Overview of Their Replication and Pathogenesis. In: MAIER, H. J.; BICKERTON, E.; BRITTON, P. (Eds.). . *Coronaviruses*. New York, NY: Springer New York, 2015. v. 1282p. 1–23.

FERGUSON, N. et al. Report 9: Impact of non-pharmaceutical interventions (NPIs) to reduce COVID19 mortality and healthcare demand. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<http://spiral.imperial.ac.uk/handle/10044/1/77482>>. Acesso em: 28 mar. 2020.

FISHER, D.; HEYMANN, D. Q&A: The novel coronavirus outbreak causing COVID-19. *BMC Medicine*, v. 18, n. 1, p. 57, 28 fev. 2020.

LIPKIN, W. I. Middle East Respiratory Syndrome Coronavirus Recombination and the Evolution of Science and Public Health in China. *mBio*, v. 6, n. 5, p. e01381-15, 8 set. 2015.

LIU, J. et al. Early Release - Community Transmission of Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2, Shenzhen, China, 2020 - Volume 26, Number 6—June 2020 - *Emerging Infectious Diseases journal* - CDC. 2020.

MCKIBBIN, W. J.; FERNANDO, R. The global macroeconomic impacts of COVID-19: Seven scenarios. 2020.

RITCHIE, H. et al. COVID-19 deaths and cases: how do sources compare? Disponível em: <<https://ourworldindata.org/covid-sources-comparison>>. Acesso em: 28 mar. 2020.

VAN DOREMALEN, N. et al. Aerosol and Surface Stability of SARS-CoV-2 as Compared with SARS-CoV-1. *New England Journal of Medicine*, p. NEJMc2004973, 17 mar. 2020.

WANG, L.-F.; EATON, B. T. Bats, Civets and the Emergence of SARS. In: CHILDS, J. E.; MACKENZIE, J. S.; RICHT, J. A. (Eds.). . *Wildlife and Emerging Zoonotic Diseases: The Biology, Circumstances and Consequences of Cross-Species Transmission*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2007. v. 315p. 325–344.

WU, D. et al. The SARS-CoV-2 outbreak: what we know. International Journal of Infectious Diseases, p. S1201971220301235, mar. 2020.

ZHANG, S. et al. Estimation of the reproductive number of novel coronavirus (COVID-19) and the probable outbreak size on the Diamond Princess cruise ship: A data-driven analysis. International journal of infectious diseases: IJID: official publication of the International Society for Infectious Diseases, v. 93, p. 201–204, 22 fev. 2020.