



Economia e Energia – <http://ecen.com.br>

Nº 106, janeiro a junho de 2020

ISSN 1518-2932 Disponível em: <http://eee.org.br> e
(números anteriores) <http://ecen.com>

Palavra do Editor

Razões para a divulgação desse Acompanhamento

O conhecimento se torna realmente útil quando possibilita ao homem uma antevisão do futuro.

Os grandes profetas nos brindam previsões ambíguas e de longo prazo. Os pretensos profetas de curto e médio prazo serão punidos também no curto e médio prazo.

Cientes desse risco, resolvemos, mesmo assim, ir divulgando os resultados parciais de nossas projeções e questões sobre a evolução Codiv 19, na esperança que elas possam ser úteis.

Na realidade, como não se sabe o comportamento que será adotado por governos e cidadãos quanto ao isolamento social, é muito difícil ter uma ideia precisa do que acontecerá. O que a metodologia realmente fornece é uma ideia para onde estamos indo. Para onde realmente vamos é uma questão onde todos somos protagonistas, conscientes ou não disto.

Ou seja, os autores deste trabalho já reservamos uma desculpa para nossas prováveis falhas.

Acreditamos que o exame dos dados por diferentes ângulos, mesmo por pessoas treinadas no uso das estatísticas,

mas sem conhecimento específico do problema médicos, pode ser útil aos especialistas e a população interessada para compreender as possibilidades e os riscos envolvidos.

Estamos apresentando, nessa versão preliminar, os resultados comentados para o Rio de Janeiro e para o Brasil. Temos os mesmos dados para as 5 Macrorregiões e para os estados. Nosso objetivo é de irmos aprofundando e corrigindo dados e observações ao longo da pandemia. Estamos naturalmente abertos a colaborações externas e ao debate,

Carlos Feu Alvim

Texto e dados em discussão

COVID 19

Abordagem logística da propagação do Novo Coronavirus

Carlos Feu Alvim, Olga Mafra e José Israel Vargas

O tratamento logístico foi aplicado por Cesare Marchetti¹ a inúmeros sistemas sociais e econômicos e tecnológicos. No Brasil, o professor José Israel Vargas o aplicou também a diversos sistemas, com ênfase em casos brasileiros.

Aqui mesmo, já aplicamos esse ajuste para vários casos e o assunto já foi tratado no número zero dessa revista,² em artigo de Omar Campos Ferreira, e uma visão completa sobre a metodologia está no exemplar de número 45 da E&E, em artigo de José Israel Vargas “Prospectiva Tecnológica, Previsão com um Simples Modelo Matemático”³.

A metodologia, que nasceu na análise de Volterra e Lotka de sistemas de competição biológica, pode ser aplicada à Covid 19 que está se colocando como a maior pandemia desde a gripe espanhola, ocorrida há praticamente um século (1918 a 1920).

Fundamentalmente, essa metodologia se baseia em um modelo no qual a taxa de infecção em uma população depende do número de infectados N e do número dos que restam a infectar (N^*-N) sendo N^* o número final de atingidos, denominado de nicho. Matematicamente isso se traduz na equação na qual, ao longo do tempo o número de contaminados

¹ Cesare Marchetti. *Society as a learning system*. Technological Forecasting and Social Change, 18:267-282, 1980

² <https://ecen.com/eee0/eeezero.pdf>

³ http://w.ecen.com/eee45/eee45p/prospeccao_tecnologica.htm

será proporcional ao produto de um termo crescente e outro decrescente.

$$T = dN/dt = a.N.(N^*-N) \text{ ou}$$

$$T = a.N^*.N - a.N^2 \quad (1)$$

Onde dN/dt pode ser associado ao número de novos infectados (variação de N) por unidade de tempo (tomada aqui como um dia). É fácil mostrar que o valor máximo da taxa de contaminações acontecerá quando $N = N^*/2$. Na equação de T reconhecemos a equação de uma curva de segundo grau do tipo

$$[y = a_1.x - a_2.x^2],$$

mais precisamente, uma parábola. Um ajuste pelo método de mínimos quadrados nos permite estimar o número final de infectados N^* ; ao atingirmos metade desse nicho estaremos no máximo de contaminações por dia.

Supondo que o número de óbitos seja uma fração fixa do número de atingidos, o mesmo tipo de equação pode ser usado nos dois casos, tomando dados parciais disponíveis para estimar a quantidade de infecções ou de óbitos finais. Como o número de óbitos tende a ser mais bem avaliado, procuramos nos concentrar aqui nesses dados.

Um problema prático, no caso, é que as políticas de distanciamento social reduzem o tamanho deste nicho. Se essa política é mudada, o nicho também muda de tamanho. Outro problema, no caso do Brasil que tem dimensões continentais, é que a epidemia vai se difundindo aos poucos pelo País e alcança cada município e até cada bairro em diferentes datas. Outro problema prático é a necessidade de uma população relativamente grande para que o tratamento estatístico faça sentido. Nossa escolha foi tratar os dados em três níveis: país, região e estados.

Da resolução da equação diferencial $dN/dt = a.N.(N-N^*)$ resulta a equação:

$$F = N/N^* = 1/(1 + e^{-(at+b)}) \quad (2)$$

Onde F é a fração do “nicho” ocupado e a função encontrada é da chamada curva em S, denominada de logística.

Tomando-se o logaritmo neperiano da equação encontra-se

$$\ln(F/(1-F)) = a.t + b \quad (3)$$

Essa equação facilita estimar os coeficientes **a** e **b** da função logística ajustando uma reta nos valores de $\ln(F/(1-F))$

Aplicação da metodologia aos números do Estado do Rio de Janeiro

Os dados, fornecidos pelo MS - Ministério da Saúde, para o Rio de Janeiro são aqui apresentados como exemplo de aplicação da metodologia. Eles se referem ao número de pessoas infectadas e no de óbitos registrados, em consequência da Covid 19. Como já mencionamos, preferimos concentrar a análise nos dados de óbitos, não obstante o retardo implícito das ocorrências e seu registro em relação à data de contaminação.

O método para projeção da trajetória dos óbitos a partir dos dados existentes passa por três etapas:

1) Correção da “Semanalidade”

Os dados divulgados pelo MS apresentam uma variação cíclica semanal. Dados para outros países divulgados pela OMS também apresentam essa oscilação, simplesmente devida à redução do ritmo de registro dos dados no final de semana.

A Figura 1 ilustra essa variação nos dados de óbitos registrados para o Estado do Rio de Janeiro atribuídos à Covid 19. Devido ao retardo normalmente existente na divulgação, os menores valores se concentram no domingo e na segunda-feira.

Segue-se um processo de recuperação nos dias seguintes até nova queda.

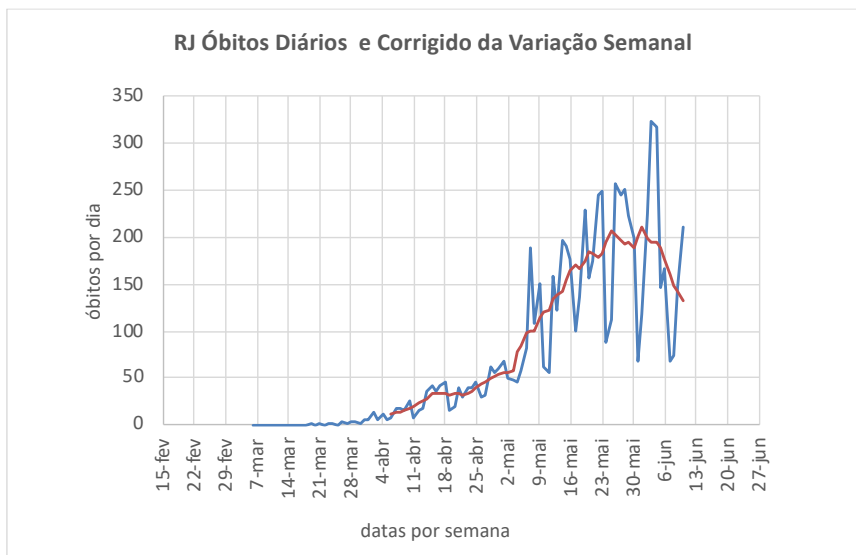


Figura 1: Comportamento dos óbitos no Estado do Rio de Janeiro, mostrando as oscilações semanais, é de domingo a data que assinala o início das semanas no eixo horizontal.

A correção da “semanalidade” é feita simplesmente tomando a média móvel centrada de 7 dias. Para os três últimos dados, para os quais não existem suficiente dados posteriores, é feita uma correção que considera o comportamento de uma ou mais semanas anteriores.

A Figura 2 mostra a regularidade em que se baseia essa correção. Ela registra os dados relativos ao valor da média móvel centrada de 7 dias. A “semanalidade” é ilustrada para a Região Sudeste onde ela é mais nítida.

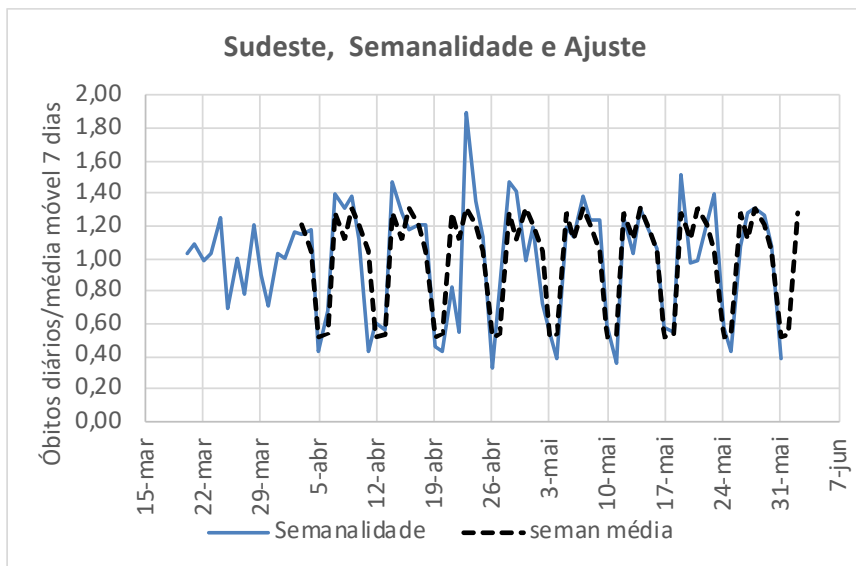


Figura 2: Variação, em torno da média móvel centrada (7 dias), observada nos óbitos diários na região Sudeste e a de ajuste.

2) Determinação do Nicho

Os dados “dessemanalizados” são utilizados na primeira etapa de ajuste (da função parabólica) para determinar o “nicho” N^* , usado, em seguida, para o ajuste da função logística. Sem a correção de semanalidade, o processo de estimação do nicho sofre muita influência dos últimos dados disponíveis.

Conforme realçamos, espera-se que o comportamento dos óbitos diários, representado em função dos óbitos acumulados, possa ser descrito por uma parábola usada para determinar, por um ajuste por mínimos quadrados, as constantes a_1 e a_2 (Figura 3). Os dados nela mostrados já contêm a correção de “semanalidade” que torna o ajuste mais confiável para a determinação do “nicho”.

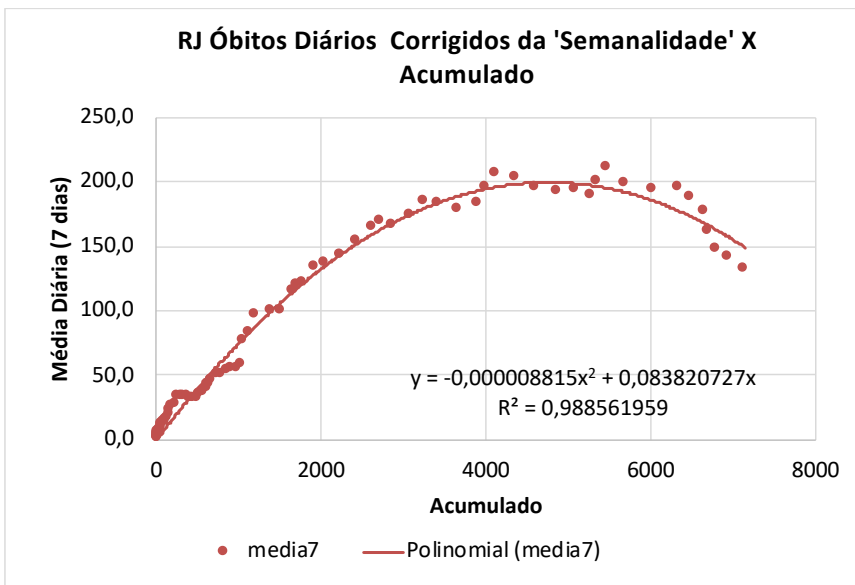


Figura 3: Ajuste de um polinômio de segundo grau aos registros de óbitos, atribuídos à Covid 19, no Rio de Janeiro

O ajuste determina os coeficientes indicados abaixo, calculados automaticamente a partir dos dados do Ministério da Saúde.

a2	-8,87E-06	9.476 NICH0
a1	0,084055	4.738

O valor dos óbitos diários, representado na Figura 3 em função do valor acumulado, passa por um máximo quando o N atingir a metade do valor total esperado, denominado como “nicho” N*. O valor do nicho é a previsão dos óbitos (cerca de 9.500) no Estado até o final do processo. Este nicho depende logicamente da manutenção das condições de controle adotadas.

3) Projeção inercial dos óbitos

O próximo passo, é fazer o ajuste da curva em S, denominada curva logística, com a qual procuramos projetar o restante da trajetória, baseando-se no comportamento histórico.

Essa projeção é feita estimando-se a fração do nicho N^* ocupado $F=N^*/N$ e ajustando uma reta a partir dos dados de $\ln(F/(1-F))$ em função do tempo e determinando os coeficientes “a” e “b” da equação (3). A Figura 4 mostra o ajuste até 01 de junho de 2020, também para o Rio de Janeiro.

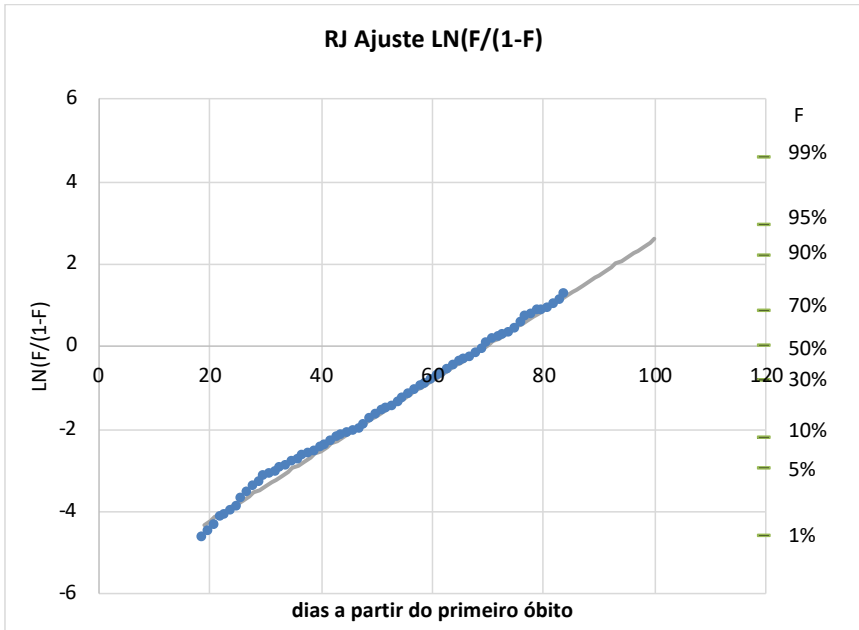


Figura 4: Procedimento de ajuste de função logística, parâmetros abaixo, a escala da direita representa os valores correspondentes de F.

a	0,085461	
b	-5,94285	r2 0,961623959
-b/a	70	Dias até atingir o pico, a partir do primeiro óbito
Delta t	51	Dias, tempo entre atingir 10% a 90% do nicho

Como vimos, o modelo faz uma mudança de variável para que a representação seja linear do tipo $y = a.t + b$, esses parâmetros estão indicados abaixo do gráfico assim como o coeficiente R^2_4 de ajuste (melhor quando mais próximo de 1). Também são indicados a avaliação do tempo para atingir o pico que se espera coincidir com o valor acumulado de 50% do nicho. Este valor, avaliado por $-b/a$, é, no caso, 70 dias, e o tempo “delta” de 51 é o necessário para passar de 10% para 90% dos óbitos no ciclo.

Análise e Projeção para os dados do Rio de Janeiro

Obtido o comportamento da fração $F(t)$ do “nicho” N^* , ocupado ao longo do tempo t , os valores de $N(t)=N^*.F(t)$ fornecem uma projeção dos óbitos esperados em função do tempo que é mostrada na Figura 5.

⁴ Média quadrática dos desvios relativos

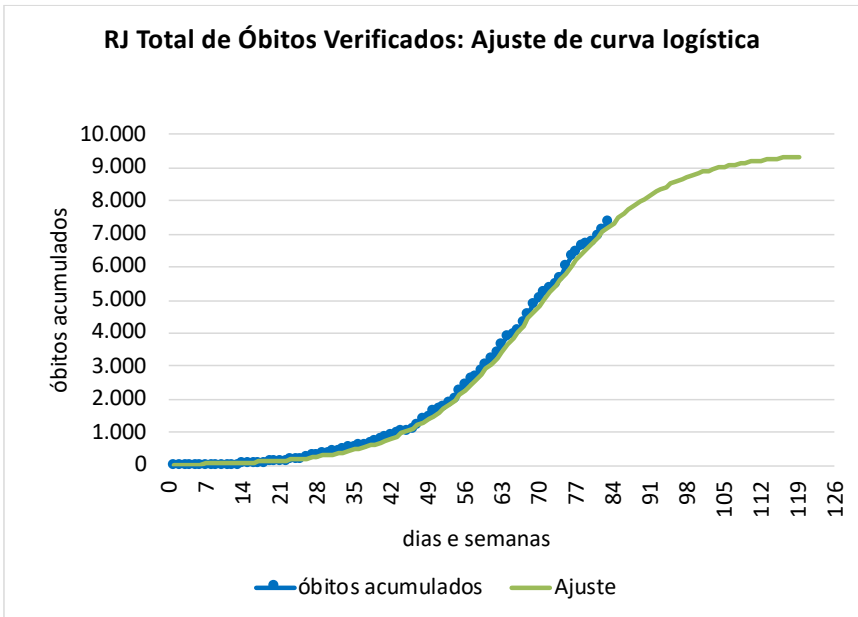


Figura 5: Óbitos verificados a parte da primeira morte pelo novo coronavírus no estado do Rio de Janeiro.

O ajuste, mostrado na Figura 5 (óbitos acumulados), pode ser representada na forma diferencial (óbitos por dia) como na Figura 6. Em ambas as figuras, o tempo é mostrado a partir da ocorrência da primeira morte e a escala horizontal é dividida em espaço de 7 dias para que se tenha ideia da evolução por semana. De uma maneira geral, os ajustes foram feitos sem computar as duas semanas iniciais, muito dependentes da eficácia do isolamento e do histórico dos casos individuais.

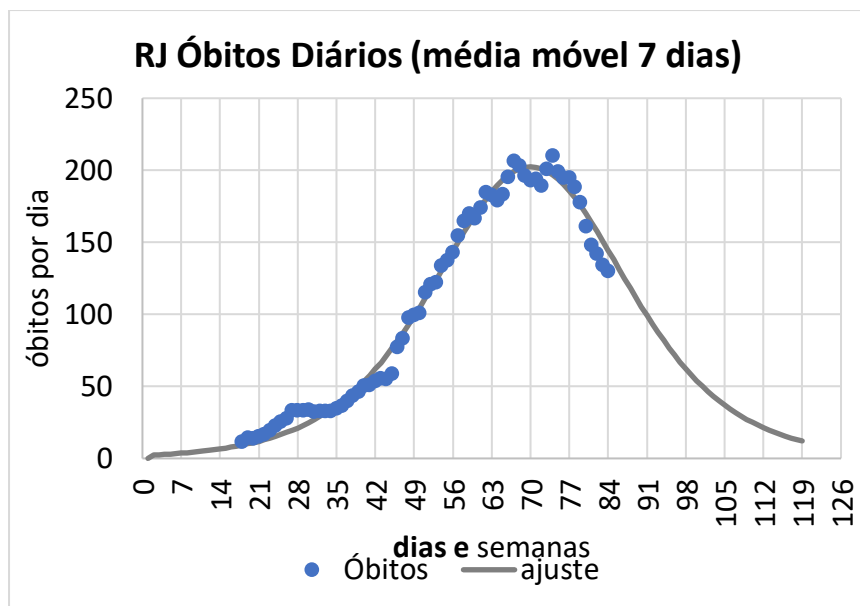


Figura 6: Representação dos óbitos diários e ajuste com os mesmos parâmetros das duas figuras anteriores.

Na Figura 6, foram representadas as médias móveis centradas para sete dias, que elimina as oscilações semanais no registro dos dados⁵.

Em vários estados, pode-se observar uma mudança na tendência da curva que deve estar correlacionada com a redução de casos devida ao isolamento. Parece ser o caso do ocorrido no Estado do Rio de Janeiro (Figura 6) por volta do 28º dia que estaria refletindo uma mudança ocorrida cerca de duas semanas

⁵ Naturalmente, os últimos três dados ainda estariam sujeitos às variações semanais porque média é centrada (o próprio dia e três anteriores e três posteriores); assim os três últimos dados é feita a correção da “semanalidade”.

antes. Com efeito, no 10^o dia foram tomadas as primeiras providências para a implantar o distanciamento social que ficou conhecido como quarentena.

Na Figura 7 estão representados os óbitos por um milhão de habitantes, atribuídos à Covid 19 que facilitam a comparação com outros estados e outros países⁶. A Organização Mundial de Saúde - OMS também utiliza óbitos por milhão. A Figura 7 mostra a representação dos dados diários e a Figura 8 os dados acumulados. Em ambos os gráficos a curva de ajuste é também mostrada.

⁶ O Ministério da Saúde - MS tem divulgados os dados por 100 mil habitantes. No caso, preferimos adotar as mortes por milhão de habitantes que favorecem a comparação diária e não dificultam a acumulada.

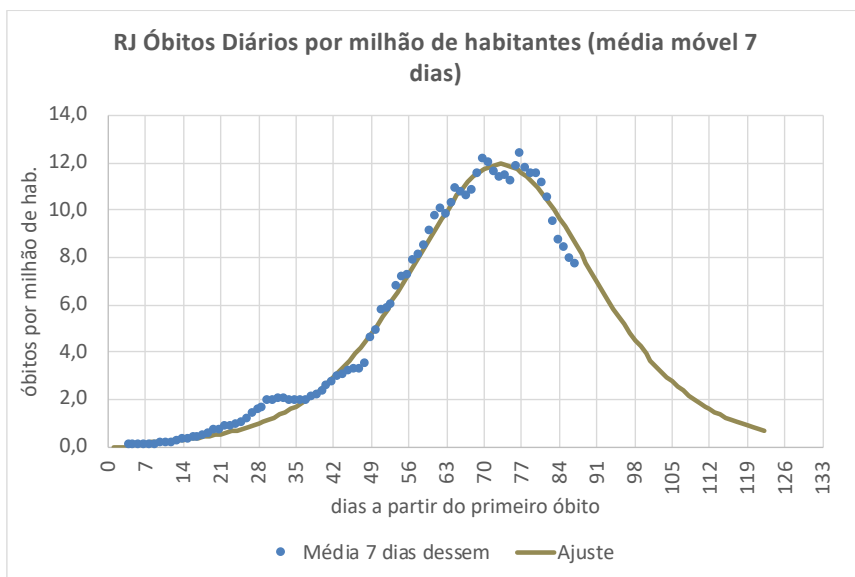


Figura 7: Óbitos diários por milhão de habitantes atribuídos à Covid 19

A boa notícia dessa avaliação é que os óbitos parecem estar declinantes. Mantido o isolamento, a tendência deveria ser uma queda simétrica a partir do máximo como supõe a curva ajustada, como parece estar acontecendo. Da experiência de outros países, a não ser daqueles que tomaram a decisão de uma política de erradicação dos casos, a curva de descida é mais alongada que a de subida. Esse alongamento da crise é atribuído ao relaxamento do controle que vai aumentando a contaminação e, em consequência o número total de óbitos. Também existe um movimento de interiorização da pandemia que retarda os óbitos longe dos grandes centros, onde ela normalmente inicia. Isso também contribui para o alargamento da curva.

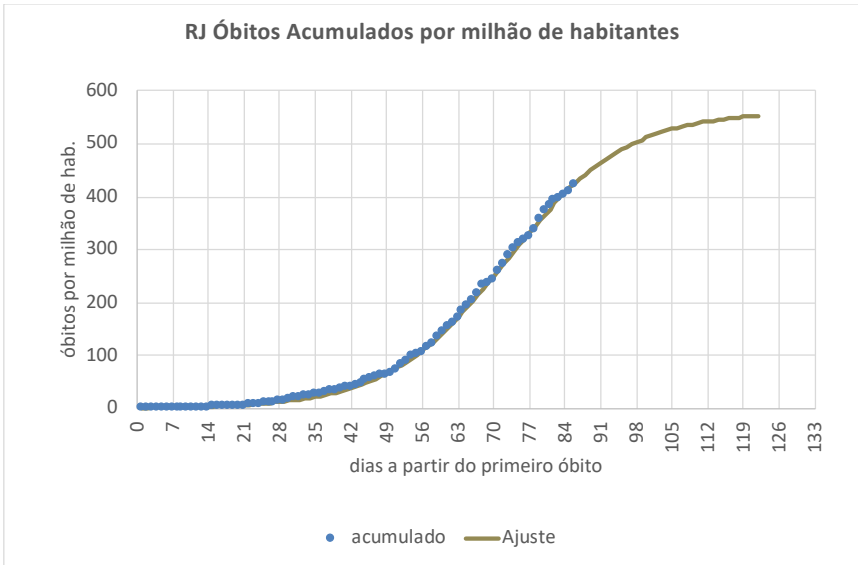


Figura 8: Óbitos acumulados por milhão de habitantes no Estado do Rio de Janeiro atribuídos à Covid 19; alguns parâmetros dão indicados abaixo

Avaliação do Máximo 559 óbitos por milhão de hab.
 Delta 51 dias entre 10% e 90% dos óbitos

A importância das projeções

A estimativa da trajetória futura é importante para orientar o processo de reabertura das atividades pós confinamento social. Obviamente, o ideal seria considerar uma amostragem da propagação que desse em tempo real, o valor da população contaminada. Este é o dado crucial porque é de sua evolução (e da qualidade dos atendimentos médicos) que depende a ocorrência dos óbitos. Conhecer o alcance da destruição de vidas que o vírus pode provocar é de importância capital e ajuda a condução do isolamento social e das demais medidas de proteção da população. Devidas as incertezas de dados sobre

população infectada e a maior precisão dos dados de óbito, opta-se em dar relevância a monitoração da pandemia pelos óbitos causados.

Como pode ser visto na Figura 9, em escala logarítmica, existe uma defasagem entre as contaminações detectadas e a ocorrência dos óbitos.

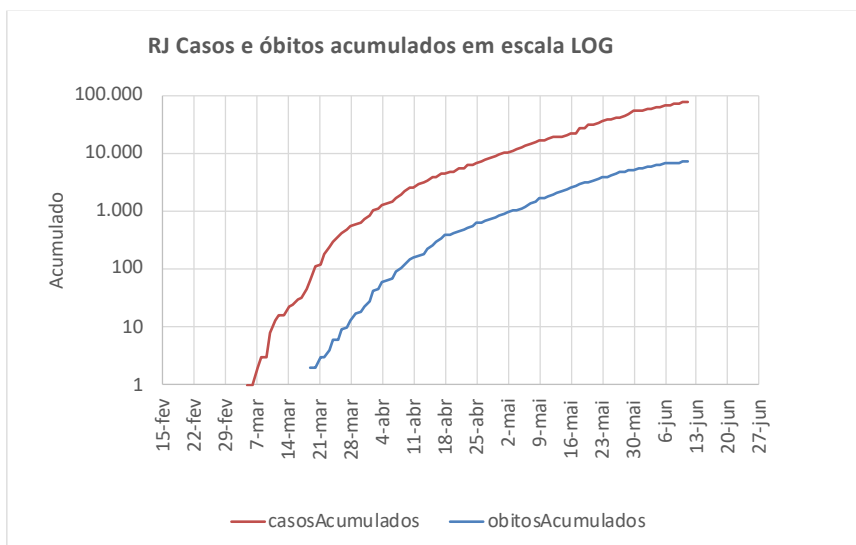


Figura 9: Evolução dos casos detectados e óbitos, para o Estado do Rio de Janeiro

Uso simultâneo das estatísticas de número de casos positivos e de óbitos

De uma maneira geral, a apuração para os diversos estados, mostra uma defasagem de aproximadamente duas semanas entre a primeira detecção da doença e o primeiro óbito. O aparente paralelismo, entre as curvas de casos e óbitos, reflete uma razão aproximadamente constante, a partir do meio de abril, entre o número de contaminações detectadas e os

óbitos. A relação de óbitos e casos detectados é de cerca de 1 para 10, no Estado do Rio.

A Figura 10 mostra a evolução de casos e óbitos em relação ao valor observado em 31/05 (valor = 100). Isso é feito para que os dois valores possam ser comparados em uma mesma escala.

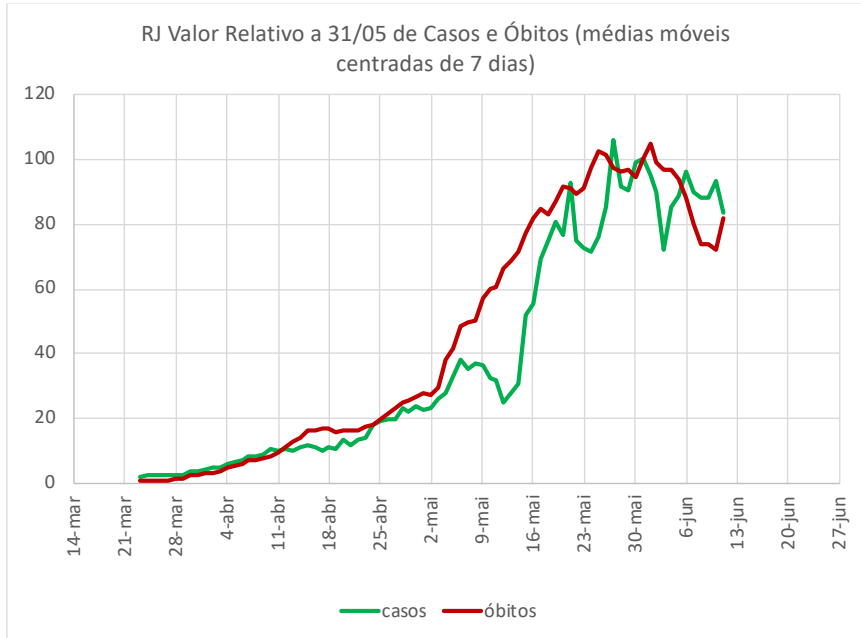


Figura 10: Valores de casos e óbitos diários da Covid 19 referidos aos valores do dia 31/05/2020

Obviamente espera-se que, se já passamos por um máximo que ele se dê primeiramente nos casos positivos de contaminação para ser, posteriormente, refletido nos óbitos. Os dados não chegam a estabelecer a certeza de que isso ocorreu. Outra maneira de estudar a relação entre as duas grandezas é apurar o número de mortes em relação ao número de casos. Isto

é feito na Figura 11 tanto para os dados diários (médias centradas) como para os dados acumulados.

A letalidade representa, na versão acumulada, os óbitos **até a data** divididos pelo número de casos acumulados até a mesma data. Esse seria o valor histórico médio da letalidade.

A outra forma de calcular a letalidade seria a divisão das mortes diárias (média móvel 7 dias) pelo número de novos casos (também média móvel) corresponderia a letalidade média semanal.

Nos dois casos, o indicador de letalidade é a razão entre o número de óbitos pelos casos registrados. Em um caso estamos calculando um número médio **até a data** e no outro o valor **na data**.

Para o Estado do Rio de Janeiro a razão óbitos/casos é mostrada na Figura 11.

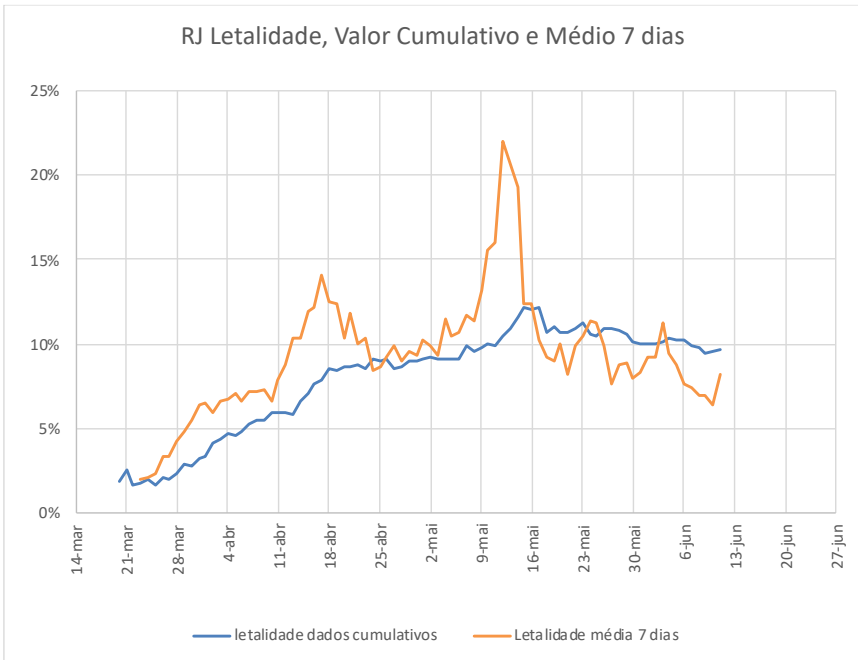


Figura 11: Letalidade (óbitos/casos) para dados acumulados e média móvel centrada (7 dias)

A ideia de utilizar a letalidade acumulada para estabelecer a passagem pelo máximo seria a de que, como o pico de casos deve preceder o de mortes; se o valor razão óbitos/casos passar por um máximo e começar a declinar seria uma indicação de que teríamos superado o pior.

A análise do exemplo do RJ, revela o comportamento esperado do gráfico acumulado. No entanto, o exame de outros casos e a própria realidade mostrada na Figura 10 indicam que o método não é adequado.

A letalidade diária, pela média móvel, revelou grandes variações que poderiam indicar saturação do sistema hospitalar.

No entanto, a Figura 10 esclarece que não foi isso o que ocorreu e sim um colapso na aplicação de testes. Os picos na razão óbitos/casos (Figura 11) correspondem a momentos de redução de casos (Figura 10) muito provavelmente por falha na testagem, já que não houve alteração no número de óbitos nem no presente nem no futuro. Ou seja, as grandes variações aparentes não foram causadas pela doença, mas pela medição. Enfim, a análise revela a pouca confiabilidade dos números apurados para a contaminação no Brasil que, logicamente, depende não só do número de testes realizados, mas da representatividade da amostragem.

Já o valor obtido a partir dos dados acumulados parece uma indicação mais confiável e útil, embora (ou talvez porque) os resultados sejam surpreendentes. Era de se esperar que a Região Sudeste, por ser mais rica, tivesse um maior número de testes aplicados per capita e, conseqüentemente maior detecção relativa de casos positivos que entram no denominador da fração óbitos/casos que é a letalidade. Isto não aconteceu e a Região é a que tem a maior letalidade comparada com as demais. Outro fator, que se supõe que seja superior na Região, seria o do melhor atendimento médico que deveria contribuir para reduzir a letalidade. O que se verifica é o contrário. Além disso e, isto talvez não seja uma surpresa, **o Estado do Rio de Janeiro apresenta o pior desempenho da Região**. Na análise das regiões, comentaremos o mal desempenho da região SE.

O Fator R

O denominado Fator R tenta estimar o número de contágios que uma pessoa contaminada provocará até o final do processo. Em média, seria a fração dos não contaminados que serão atingidos por descendentes do vírus dos já contaminados.

Na metodologia aqui adotada, supondo uma proporcionalidade da razão, contaminados/óbitos, o número de contaminados é $F.N^*$ e o que ainda será contaminado $(1-F).N^*$, temos então que a razão entre o número dos já contaminados (F) sobre os não contaminados será de $R = (1-F)/F$. Enquanto tivermos $R = 1$, cada pessoa atingida contaminará uma outra até o final do processo. Se continuarmos com as mesmas restrições ao contato social que vigoraram até o momento focalizado, a tendência de R seria declinante. Se rompermos o isolamento gradualmente, mas mantendo $R < 1$, o número de casos será reduzido à medida que passe o tempo, embora o total seja maior que o inicialmente previsto mantendo a quarentena.

Só um processo de aplicação estatisticamente válida pode estabelecer a proporcionalidade entre os testes positivos e número real de infectados. Vários países estão fazendo isso. No Brasil, a aplicação estatisticamente planejada ainda é insuficiente para ser usada como controle. É bom lembrar, que não é questão de número de testes aplicados, mas da metodologia de aplicação.

O valor de R para o Rio de Janeiro seria a fração (F) de 65% dos óbitos totais (Figura 4) e a que seria preenchida, conseqüentemente, de 35%. O valor de R seria $0,35/0,65 = 0,54$ o que significa que cada portador do vírus estaria transmitindo a doença para 0,54 pessoas, em média, o que levaria a doença a um rápido declínio. O valor estimado para o dia 07/06 seria $R = 0,48$, para $F=68\%$.

Sabemos que existe um retardo entre a detecção da contaminação e a ocorrência do óbito. Em um cenário de R declinante, esse parâmetro calculado para o número de óbitos é resultado do que ocorreu há uma ou duas semanas atrás, na contaminação e, se foi mantida a tendência a situação na contaminação ainda seria melhor. Resumidamente, a avaliação pelos óbitos tem um retardo de uma a duas semanas. Infelizmente, se houver uma recaída, o sinal só apareceria nos óbitos duas semanas depois.

Outro fator de avaliação válido o número dos leitos ocupados e sua demanda. Esta é a avaliação mais contemporânea; já a de testes rápidos seria a melhor porque teriam a capacidade de prever com mais segurança as necessidades e possibilidades futuras.

Aplicação da metodologia aos números do Brasil

A metodologia trata cada sistema como se ele fosse único e relativamente isolado. Ela tem limitações para ser aplicada um país das dimensões do Brasil onde existem, vários sistemas em ambientes diferentes com uma grande variação de latitude, clima e ocupação do espaço físico.

A rápida disseminação geográfica do vírus atua, no entanto, no sentido de unificar o sistema. A Covid 19 atingiu, em poucas semanas, praticamente a totalidade do território nacional. Aqui o vírus parece ter chegado de várias procedências e a intensa circulação existente entre os estados, que demorou muito a ser restrita, favoreceu a disseminação da doença de maneira que não chega ser uma heresia tentar tratar todo o País como um sistema único, naturalmente com tempos de resposta mais lentos.

Essa rápida difusão do vírus parece ser um fenômeno inédito no País, e a experiência brasileira pode ser importante para os epidemiologistas no nível global. A riqueza de dados e sua centralização no País, fruto do Serviço Único de Saúde - SUS, faz do Brasil um campo de experiência interessante para a análise da propagação da doença e da possível influência de fatores climáticos na propagação do vírus.

O Ministério da Saúde oferece dados diários desta pandemia como também de várias causas importantes de óbitos, detalhadas ao nível municipal, estadual e federal. Quase certamente, é o maior conjunto de dados setoriais de que dispõe o Brasil, com o mérito adicional de se manter atualizado ao longo dos anos. Acreditamos que a pane de dados observada no início de junho para a Covid 19 seja passageira. Seria uma pena perder esse acervo ou deixá-lo fora do alcance de pesquisadores no auge da epidemia.

Um ponto favorável à aplicação em uma amostra de grande porte como o Brasil é, por outro lado, o fato que os fenômenos estatísticos têm precisão proporcional ao tamanho da amostra. Por outro lado, o ajuste para o Brasil serve como referência para análise dos dados nas regiões e nos estados

O ajuste para determinação do ponto de inflexão, é mostrado na Figura 11 usando-se os dados corrigido da variação relacionada aos dias da semana.

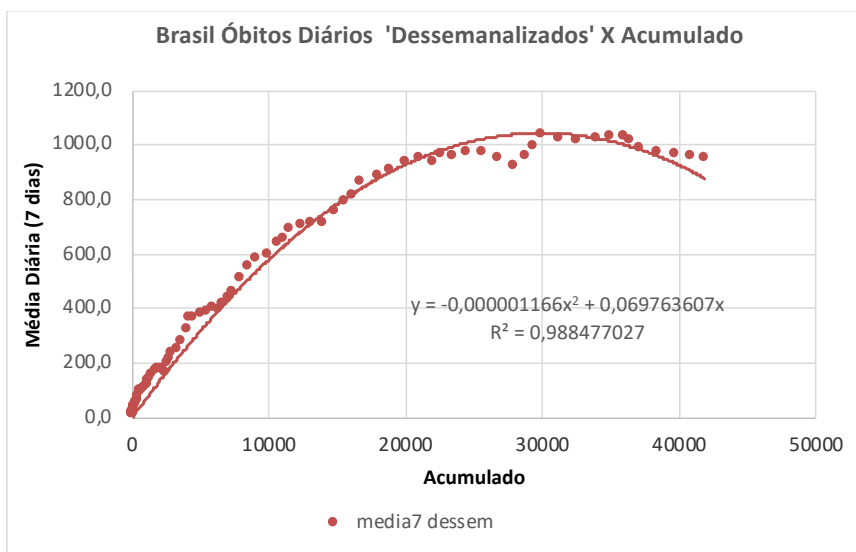


Figura 12: Ajuste dos dados para determinação do nicho com parâmetros indicados abaixo; Data 12/06/2020:

a2	-1,18E-06	59.592	Nicho
a1	0,070035	29.796	N*/2

Por essa avaliação, o Brasil já teria ultrapassado o número máximo de óbitos diários podendo o ocasional recorde diário ser atribuída a oscilações de recuperação de dados. Como existe um movimento de relaxamento do distanciamento a atual

tendência pode mudar, mas a indicação dos dados é que o máximo ocorreu por volta de 30 de maio. Cabe realçar que os valores dos últimos dias parecem indicar um alargamento da curva, mas com tendência ainda declinante. É bom lembrar, em contrapartida, que outras oscilações já ocorreram no passado, sem maior efeito sobre o ritmo normal.

A massa estatística permite um bom ajuste da curva logística como é mostrado na Figura 13, cujo coeficiente R^2 é de 0,95. De acordo com o ajuste já teríamos completado cerca de 70% dos órbitos esperados.

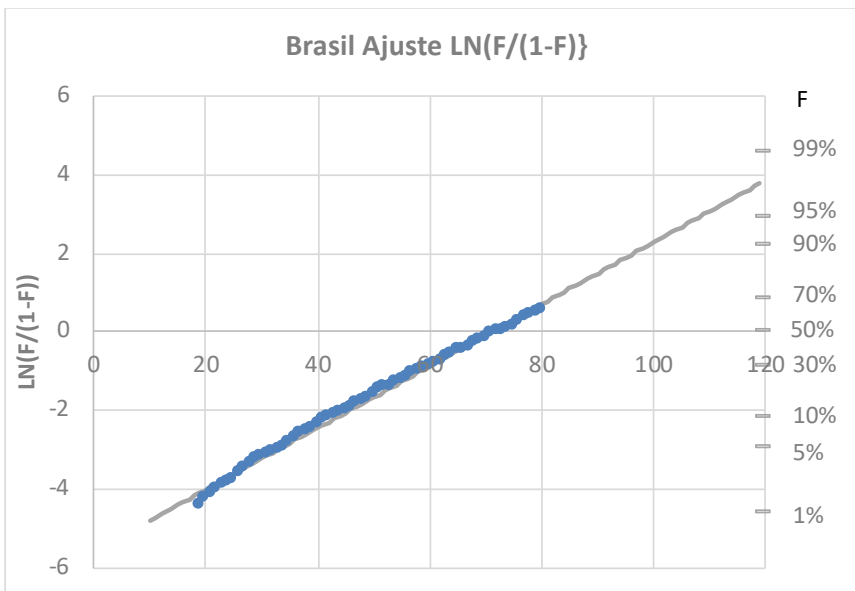


Figura 13: Ajuste para determinação dos parâmetros da curva logística para o Brasil, sendo os dados mostrados abaixo

a	0,070935	
b	-5,11157	r2 0,955985607
-b/a	72	Dias até atingir o pico, a partir do primeiro óbito
Delta	62	Dias, tempo entre atingir 10% a 90% do nicho

A curva resultante é comparada com o ajuste na Figura 10.

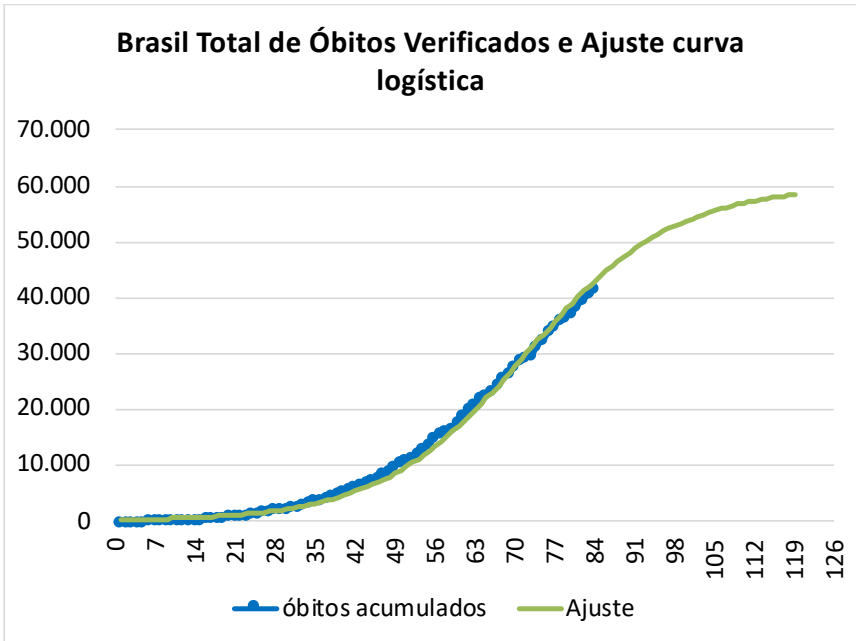


Figura 14: Comparação entre dados verificados e ajuste para o Brasil curva integral

Estes tipos de representação são denominados de Fisher-Pry, em homenagem a autores que difundiram a aplicação dessas curvas em prospecções tecnológicas⁷. Vale notar que o ajuste para o Brasil fornece uma curva apenas ligeiramente mais “larga” que o ajuste para o Rio de Janeiro o

⁷ J.C. Fisher and R.H. Pry. *A simple substitution model of technological change; Technological Forecasting and Social Change*, 3:75-88, 1971.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0040162571800057>

que pode ser comparado usando-se o tempo “delta” entre atingir 10% e 90% dos óbitos que é avaliado como de 51 dias para o Estado do Rio e o do Brasil de 62 dias (valores para 12/06/2020).

Dois pontos relevantes da análise atual são:

- 1) a projeção de um total de 60 mil mortos que é muito grande, mas inferior a de outras extrapolações e
- 2) A indicação de que teríamos passado pelo máximo a partir dos dados ~dessemanalizados~ da Figura 15

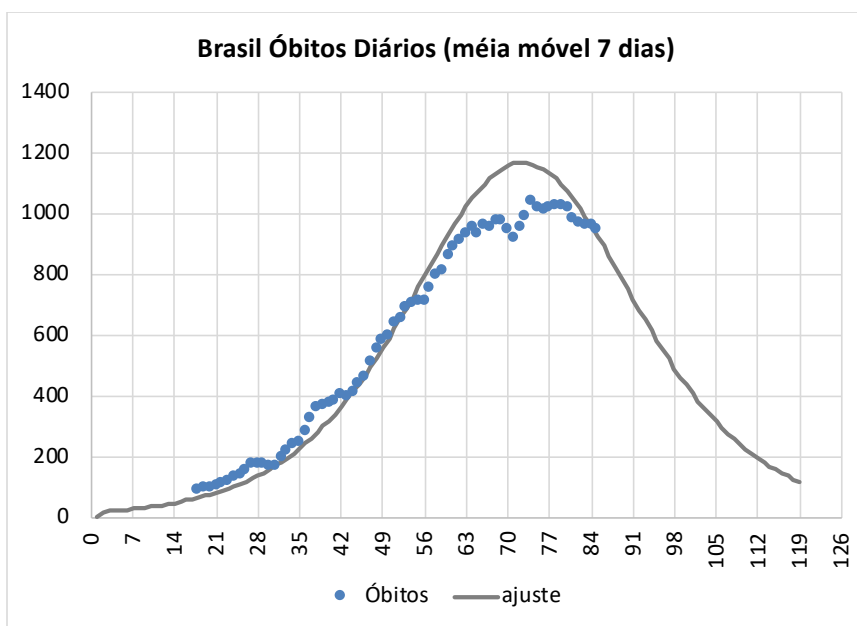


Figura 15: Comparação do ajuste e dos dados de óbitos diários previstos, a curva “achatada” faz, as vezes, que se duvide da passagem pelo máximo que o ajuste estima para o 72º dia; a indicação dos últimos 6 dias é de queda.

A Figura 16 mostra a vantagem de trabalhar com os dados “dessemanalizados” que são representados juntamente

com os diários cuja grande variação dificulta percepção da tendência.



Figura 15: Comparação dos dados diários divulgados pelo MS com os dessemanalizados

Para comparação entre regiões e estados é mais útil trabalhar com os dados em óbitos por milhão de habitantes, mostrada nas Figuras 16. A escala da figura é que definiu a escolha de milhão de habitantes. Se fosse por 100 mil habitante a escala estaria entre 0 e 0,6 óbitos por 100 mil hab. Simplesmente a escolha, diferente da adotada pelo MS, é uma questão de comodidade.

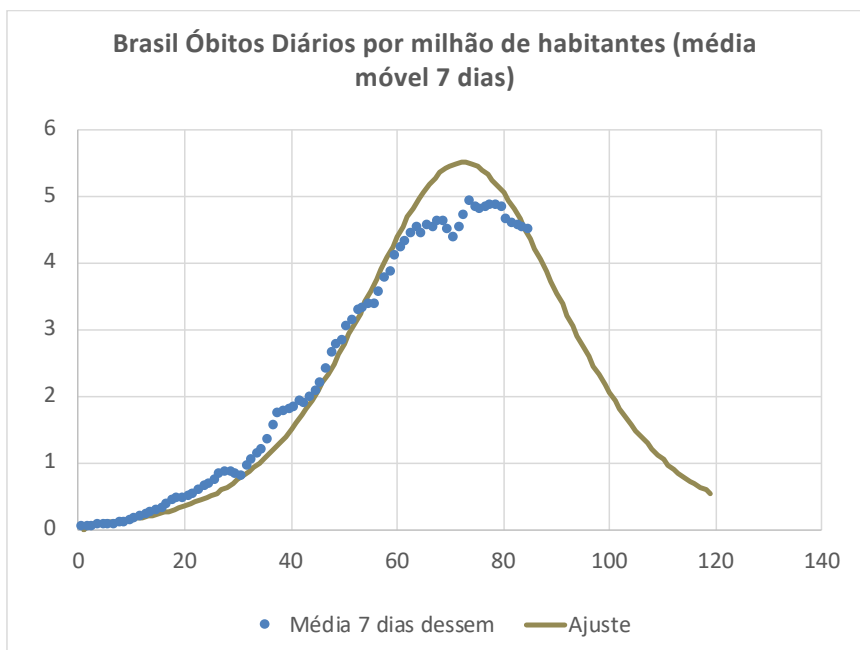


Figura 16: Óbitos diários por milhão de habitantes (dessemanalizado)

Na Figura 17 está representada a versão integral dessa curva (óbitos acumulados). Também estão destacados dois parâmetros importantes sobre a curva. Tanto na curva diferencial como na integral pode-se ver que o ajuste para o Brasil não é tão bom como para o Estado do Rio de Janeiro.

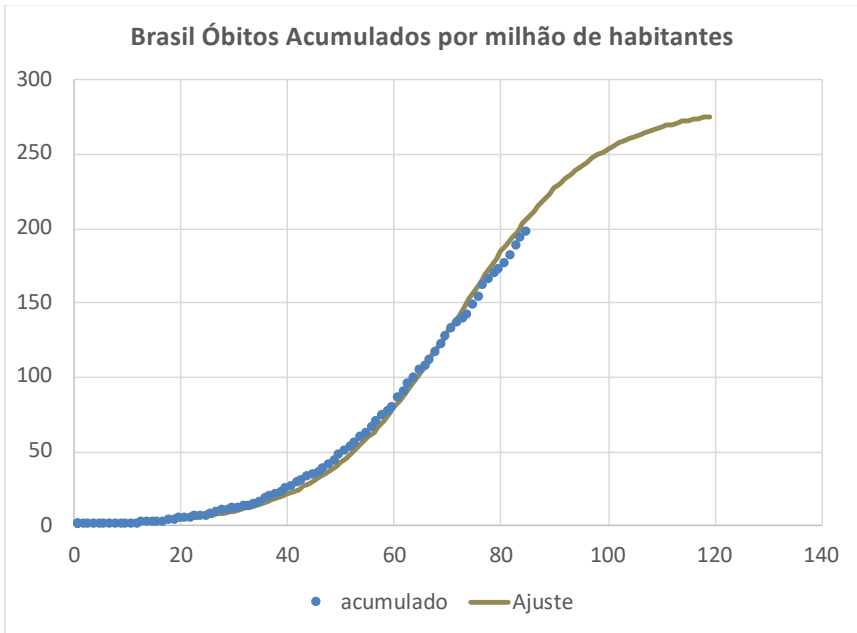


Figura 17: Dados e ajuste dos óbitos acumulados pela Covid 19 em função dos dias desde o primeiro óbito.

Total esperado no final 282 óbitos por milhão de habitantes

Delta 56 dias entre 10% e 90% dos óbitos

Próximo texto:

**Comparação do desenvolvimento da COVID
por Macrorregiões do Brasil**