



# ALAP 2020

IX Congreso de la Asociación  
Latinoamericana de Población



9 a 11 diciembre

EL ROL DE LOS ESTUDIOS DE POBLACIÓN TRAS LA PANDEMIA DE COVID-19 Y  
EL DESAFÍO DE LA IGUALDAD EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

*Bruna da Costa Silva - Universidade Federal de Lavras (UFLA) - [bruna.silva26@estudante.ufla.br](mailto:bruna.silva26@estudante.ufla.br)*

*Daiane de Oliveira Gonçalves - Universidade Federal de Lavras (UFLA) -*

*[daiane.goncalves@estudante.ufla.br](mailto:daiane.goncalves@estudante.ufla.br)*

*Luiz Otávio de Oliveira Pala-Universidade Federal de Lavras (UFLA) - [luiz.pala@estudante.ufla.br](mailto:luiz.pala@estudante.ufla.br)*

*Luísa Pimenta Terra - Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL) - [luisaterra@gmail.com](mailto:luisaterra@gmail.com)*

**O impacto do COVID-19 na expectativa de vida ao nascer da  
população brasileira**

# **O impacto do COVID-19 na expectativa de vida ao nascer da população brasileira**

## **Resumo**

Desde o final de dezembro de 2019 iniciou-se um surto de uma nova doença de coronavírus (COVID-19), uma doença infecciosa causada por um vírus recém-descoberto, a qual afetou muitos países em todo o mundo. Segundo relatos da Organização Mundial da Saúde (2020), o COVID-19 já possui efeitos no mercado de trabalho, na vida cotidiana e na economia, além de poder reduzir a expectativa de vida ao nascer da população mundial devido ao número de casos fatais causados pelo COVID-19. Objetiva-se com este estudo estimar a curva de mortalidade por COVID-19 para o ano de 2020, com o propósito de calcular a expectativa de vida ao nascer e aos 60 anos da população brasileira via método de múltiplos decrementos, estimando as perdas de anos vividos em decorrência da mortalidade por esta doença. Como resultado, obteve-se que a expectativa de vida ao nascer foi de 73,4 anos para os homens e de 79,4 anos para as mulheres e a expectativa de vida aos 60 anos, foi de 20,8 anos para homens e 24 anos para mulheres. A perda de anos vividos a partir do nascimento deve ser, em média, de 1,018 e 0,590 anos de vida, para homens e mulheres, respectivamente. Já aos 60 anos, este impacto será de 1,211 para o sexo masculino e 0,980 para o sexo feminino, indicando, desta forma, uma possível redução das expectativas de vida ao nascer e aos 60 anos da população brasileira devido ao COVID-19.

## **INTRODUÇÃO**

Na história da humanidade, surtos de doenças virais provocaram grandes impactos nos cenários sociais, econômicos e de saúde (SAWCHUK, 2009). Desde o final do ano de 2019, foi identificado um novo vírus denominado *Severe acute respiratory syndrome coronavirus (SARS-CoV)-2, COVID-19*, em *Wuhan*, que se espalhou pela China e, atualmente, expande-se pelo mundo. Esta doença apresenta sintomas gripais que podem ser agravados em indivíduos considerados de risco, como naqueles com doenças crônicas ou em idade avançada (PASCARELLA et al., 2020).

Segundo a Organização Mundial da Saúde (2020), atualmente o COVID-19 representa um problema para a saúde pública e já possui efeitos no mercado de trabalho, na vida cotidiana, na economia, e desse modo representa uma ameaça futura nas diferentes esferas da sociedade, além de poder reduzir a expectativa de vida mundial.

Tendo em vista que a expectativa de vida ao nascer é um indicador da qualidade de vida das pessoas e “amplamente” abordada para mensurar o grau de mortalidade de certa população (BELON; BARROS, 2011), estudos estão sendo realizados para mensurar o impacto das mortes causadas por COVID-19 na expectativa de vida ao nascer para diferentes locais do mundo (DIÓGENES et al., 2020; MAROIS et al., 2020).

Nesse sentido, objetiva-se com este estudo estimar a curva de mortalidade por COVID-19 para o ano de 2020, com o propósito de calcular a expectativa de vida ao nascer e aos 60 anos da população brasileira, estimando as perdas de anos vividos em decorrência da mortalidade por esta doença. Baseado no peso que a doença tem entre os idosos, a hipótese é que o impacto na expectativa ao nascer será menor quando comparado à expectativa de vida aos 60 anos.

## COVID-19

Na história da humanidade, surtos de doenças virais provocaram grandes impactos nos cenários sociais, econômicos e de saúde. A *influenza* de 1918, por exemplo, influenciou condições demográficas como as taxas de mortalidade e as expectativas de vida ao nascer de populações (SAWCHUK, 2009) e mais recentemente, o HIV/Aids continua influenciando as taxas de mortalidade e morbidade, em especial de países do continente Africano, pressionando sistemas de saúde e afetando o desenvolvimento econômico (DAUDA, 2017).

No início do século XXI foram registradas várias epidemias virais, como a provocada pelo *Severe acute respiratory syndrome coronavirus* (SARS-CoV) de 2002 a 2003 e a *influenza* H1N1 em 2009. Mais recentemente, o *Middle East respiratory syndrome coronavirus* (MERS-CoV) foi identificado pela primeira vez na Arábia Saudita em 2012 (CASCELLA et al., 2020).

Desde o final do ano de 2019, foi identificado um novo vírus denominado *Severe acute respiratory syndrome coronavirus* (SARS-CoV)-2, COVID-19, em *Wuhan*, que se espalhou pela China e pelo mundo (WHO, 2020). Proveniente das famílias virais SARS-COV e MERS-COV, a doença apresenta sintomas gripais que podem ser agravados em indivíduos considerados de risco, além de apresentar uma alta taxa de infectividade e contágio, causando impactos econômicos e de saúde (PASCARELLA et al., 2020). De modo a conter ou amenizar esses impactos, grande

parte dos países afetados vêm adotando medidas de saúde e econômicas (CLARKE, 2020), como o distanciamento social, fechamento de atividades comerciais e aquelas com potencial de aglomeração.

Segundo Layne et al. (2020), existem intervenções que são realizadas em casos de pandemias como o distanciamento social, fechamento do comércio não essencial, isolamento de indivíduos contaminados, higienização das mãos, uso de máscaras faciais, educação pública sobre proteção pessoal, além do desenvolvimento de terapias e futuras vacinas. Até o primeiro semestre de 2020 não existem vacinas ou medicamentos antivirais aprovados para o tratamento de infecções por coronavírus. Cuidados de suporte, incluindo hospitalização e gerenciamento de unidades de terapia intensiva são a única opção terapêutica. Ainda de acordo com o autor, outra preocupação dos especialistas é a possibilidade de que a pneumonia causada por esse vírus possa potencializar infecções secundárias bacterianas fatais.

De acordo com Atkinson (2020), em decorrência da propagação mundial do COVID-19 os governos reagiram aos poucos e de maneiras heterogêneas. Na China o governo adotou medidas drásticas para impedir a propagação da doença, após a descoberta. Na Coreia do Sul, Taiwan, Cingapura e Hong Kong, os governos implementaram rapidamente testes em massa, rastreamento de indivíduos infectados e políticas rígidas de isolamento. Por outro lado, em países Europeus e nos Estados Unidos as medidas de contenção foram tardias e, atualmente, nota-se a gravidade do vírus para a vida e meios de subsistência.

De acordo com Ministério da Saúde (2020), o primeiro caso da América Latina foi registrado no Brasil no dia 25 de fevereiro de 2020 e desde então a epidemia tem-se expandido pelo país, acumulando 2.287.475 casos de pessoas que foram infectadas e 84.082 óbitos até o dia 23 de julho de 2020. Atkinson (2020), ressalta que o país não adotou estratégias amplas de testagem na população, indicando que possivelmente há subnotificação no número de casos e óbitos.

Segundo Atkinson (2020), no Brasil, a situação epidemiológica do COVID-19 é desigual, contendo estados que já passaram pelo pico de contaminação da doença e outros ainda em fase inicial de propagação. As medidas adotadas para combater a epidemia no Brasil estão sendo realizadas conforme as necessidades locais, visto que as medidas de controle, incluindo o distanciamento social, têm sido asseguradas pelos governadores e prefeitos (ATKINSON, 2020). No entanto, ainda

há um elevado número de mortes por COVID-19, o que reforça a hipótese de redução da expectativa de vida no Brasil.

### **Expectativa de vida e Covid-19**

A expectativa de vida ao nascer é o número médio de anos que uma pessoa pode viver a partir do nascimento em determinado espaço geográfico, considerando as condições de mortalidade observadas no período (CORRÊA; MIRANDA-RIBEIRO, 2017). Conforme Belon e Barros (2011), mudanças na expectativa de vida ao nascer ocorrem por variações de mortalidade ao longo do tempo, causadas por alterações na saúde dos indivíduos, em que as taxas de mortalidade podem se diferenciar entre faixas etárias e sexo.

Essas variações na taxa de mortalidade conforme faixa etária e sexo contribuem com maiores ou menores pesos na expectativa de vida ao nascer. Por exemplo, com uma elevação significativa da mortalidade na faixa etária de menores de 1 ano de idade, pode levar a redução da vida média ao nascer da população de maneira mais intensa em comparação com os demais grupos isoladamente (SIMÕES, 2002)

A estimativa da expectativa de vida ao nascer é obtida no cálculo de uma tábua de mortalidade. Em termos de padrão de mortalidade, é necessário entender melhor o cenário atual. Dado o novo padrão de mortalidade em 2020, causado pelo COVID-19, estudos estão sendo realizados para mensurar o impacto da mortalidade causada por COVID-19 na expectativa de vida ao nascer em diversos países.

No estudo de Marois et al. (2020), os impactos foram estimados pela teoria de Múltiplos Decrementos, e os números de mortes por faixa etária e sexo causadas por COVID-19 foram obtidos via microssimulação em tempo discreto, durante o período de um ano na América do Norte, Europa, América Latina, Caribe, Ásia e África Subsaariana. As estimativas de mortalidade específica por idade foram baseadas em dados da província de Hubei, China.

Ainda conforme Marois et al. (2020), adotando uma prevalência de 50% e confiança de 95%, a expectativa de vida ao nascer reduziria de 3 a 9 anos na América do Norte e Europa, de 3 a 8 anos na América Latina e no Caribe, de 2 a 7 anos no sudeste Asiático e de 1 a 4 anos na África Subsaariana. A expectativa de vida ao nascer não foi afetada substancialmente pelo COVID-19 para cenários com

prevalência de infecção inferior a 2%. Entretanto, ressaltaram que a real redução só poderá ser verificada no término da pandemia.

Diógenes et al. (2020) também utilizaram a teoria de Múltiplos Decrementos para estimar a redução da expectativa de vida ao nascer na população do Nordeste e do Brasil. Foram considerados dois cenários: i) número total de mortes e ii) número de mortes com exceção das causadas pela Síndrome Respiratória Aguda Grave (SRAG), fato justificado pelo indicativo de subnotificações, sendo uma forma de corrigir esse efeito. Conforme o período analisado, entre o início de 2020 e 10 de maio de 2020, a expectativa de vida ao nascer no Nordeste reduziu em 255 dias ao ponto que a expectativa de vida no Brasil reduziu 217 ao considerar as mortes causadas por SRAG. Diferenciando dos estudos anteriores, este estudo apresenta uma análise da expectativa de vida no Brasil para o ano de 2020, comparando os anos de vida perdidos com a inserção da nova causa de mortalidade no país, o COVID-19.

## **METODOLOGIA**

A metodologia desse estudo se faz em duas seções, na primeira são apresentados os dados necessários para construção da tábua de vida, sendo eles: população total e número de mortes no ano de 2020, por faixas etárias e sexo. Dado que as taxas de mortalidade por COVID-19 entre os meses de julho a dezembro de 2020 ainda não foram observadas, esta sessão estimará o platô epidêmico e a possível trajetória da epidemia no país.

Posteriormente, na segunda seção têm-se os métodos abordados para o cálculo da expectativa de vida ao nascer e aos 60 anos, incluindo a estimação da perda de anos vividos em decorrência da mortalidade por COVID-19.

### **Dados e modelagem da taxa de mortalidade**

Os dados de mortalidade diária por COVID-19 observados para o Brasil foram disponibilizados pelo projeto *Our World In Data* (2020) de Roser et al. (2020) correspondentes ao período de 25 de fevereiro de 2020 ao dia 23 de julho de 2020. Para os meses não observados foram realizadas previsões do número de

mortes causadas por COVID-19, correspondendo ao período de 24 de julho de 2020 até 31 de dezembro de 2020.

A estimação do ponto máximo da epidemia foi obtida através do método de mínimos quadrados ordinários via função quadrática, possibilitando a análise do máximo esperado através das derivadas do modelo construído, sendo muito utilizado em fenômenos biológicos. Maiores detalhes podem ser consultados em Hoffmann (2014).

Basicamente, a proposta é estimar a tendência da taxa de mortalidade por COVID-19 a partir da data da primeira morte. Definindo  $y_i$  como a taxa diária de mortalidade por COVID-19 ajustada por uma população de um milhão de habitantes, pode-se estimar o ponto máximo através da seguinte equação:

$$y_i = a + bt_i + ct_i^2 + e_i, \quad t = 1, \dots, n,$$

sendo  $t_i$  a data correspondente a taxa de mortalidade  $y_i$ . Os coeficientes  $(a, b, c)$  são estimados via mínimos quadrados ordinários e o ponto máximo previsto em  $t$  é obtido via diferenciação. Esse método permite uma aproximação em forma de parábola para o fenômeno, contendo o período de platô e a possível trajetória de desfecho do COVID-19, método também discutido por Sharma e Nigam (2020).

Posteriormente ao cálculo do trecho do platô no país, o desfecho epidêmico foi estimado baseado no modelo de decaimento exponencial utilizado por Tang et al. (2020). Esse modelo foi adotado por Tang et al. (2020) para calcular o coeficiente de redução ( $\alpha$ ) do número de mortes, ou da taxa de mortalidade, a partir do ponto de máximo de uma curva epidêmica. Esse coeficiente pode ser estimado por mínimos quadrados ordinários a partir de observações do número de mortes após o ponto máximo, sendo representado por:

$$y_i^* t^* = y_i(t_0) \exp(\alpha t^*), \quad t^* = 0, \dots, n,$$

em que  $y_i^*$  representa o número de mortes observado após o platô epidêmico na data  $t^*$  e  $y_i(t_0)$  representa o número de mortes no platô. No caso deste estudo, a mortalidade esperada após o platô também foi estimada pelo modelo quadrático.

Após a etapa de predição da taxa de mortalidade diária foi necessário distribuir o número de mortes por faixa etária e sexo. Para isso analisou-se graficamente o comportamento anterior sobre as taxas de mortes por faixa etária e sexo, a partir dos dados obtidos na plataforma Portal da Transparência de Registro Civil (2020). Devido à ausência de tendência no tempo, optou-se realizar a média dessas taxas, ocorridas nos meses de março, abril, maio e junho e aplicá-las nas mortes preditas. Isto é, supõe-se que o padrão médio de mortalidade observado até o momento atual será recorrente até o fim da epidemia. E então, o montante de mortes no ano de 2020 foi obtido pela soma das mortes registradas e preditas.

Ressalta-se, por fim, que neste estudo os dados foram coletados de diferentes plataformas. As taxas de mortalidade por COVID-19 observadas no país até o dia 23 de julho de 2020 foram disponibilizadas pelo projeto *Our World In Data* (2020) de Roser et al. (2020). Para obtenção do número total de mortes no ano de 2020, considerou-se que as mortes causadas por todas as outras possíveis causas, foram equivalentes às observadas em 2019, cujos dados foram coletados na plataforma IBGE (2020b). Já a população residente no ano de 2020 foi obtida no sítio eletrônico do IBGE (2020c).

### **Múltiplos decrementos**

Para calcular a expectativa de vida ao nascer e aos 60 anos e estimar as perdas de anos vividos em decorrência das mortes causadas por COVID-19 no Brasil, abordou-se a teoria de Múltiplos Decrementos, que também foi utilizada no estudo de Marois et al. (2020) e Diógenes et al. (2020).

Essa teoria foi desenvolvida por Chiang (1968) e computa as diferenças nas expectativas de vida ao nascer de uma população ao considerar todas as mortes e a exclusão de mortes causadas por uma causa específica (DIÓGENES et al., 2020). Considera-se então que os riscos de morte são competitivos e independentes, existindo uma certa probabilidade por faixa etária e sexo de morrer por causas específicas.

Seis tábuas de vidas foram construídas neste estudo, as duas primeiras foram de decremento único, para o sexo masculino e feminino, considerando todas as mortes ocorridas no ano de 2020, sem separar as causas de ocorrência. As principais funções utilizadas foram:



$${}_nq_x = \frac{{}_nTEM_x}{1 + ({}_n - {}_na_x) \cdot {}_nTEM_x},$$

$${}_nd_x = l_x \cdot {}_nq_x,$$

$$l_{x+n} = l_x - {}_nd_x,$$

em que:

${}_nq_x$  : probabilidade de morrer para pessoas com idade entre  $x$  e  $x + n$ ;

$n$  : tamanho do intervalo etário;

${}_nTEM_x$  : taxa de mortalidade para pessoas com idade entre  $x$  e  $x + n$ ;

$a_x$  : tempo vivido no intervalo pelo conjunto de pessoas com idade entre  $x$  e  $x + n$  e que morreram com idade entre  $x$  e  $x + n$ ;

${}_nd_x$  : óbitos de pessoas com idade entre  $x$  e  $x + n$ ;

$l_{x+1}$  : número de pessoas com exata idade  $x + n$ ;

$l_x$  : número de pessoas com exata idade  $x$ .

Em seguida foram calculadas duas tábuas de múltiplos decrementos, uma para o sexo masculino e outra para o sexo feminino. As mortes foram divididas em dois grupos, no primeiro grupo aquelas causadas pelo COVID-19 e no segundo grupo as que foram causadas por todas as outras possíveis causas. As principais funções utilizadas foram:

$${}_nq_x^{COVID-19} = {}_nq_x \frac{{}_nD_x^{COVID-19}}{{}_nD_x},$$

em que:

${}_nq_x^{COVID-19}$  é a probabilidade de morrer pela causa COVID-19, quando todas as causas estão atuando para pessoas com idade entre  $x$  e  $x + n$ ;

${}_nD_x^{COVID-19}$  : número de óbitos observados na população devido à causa COVID-19, para pessoas com idade entre  $x$  e  $x + n$ ;

${}_nD_x$  : número de óbitos observados na população devido a todas as causas para pessoas com idade entre  $x$  e  $x + n$ ;

Por fim, foram calculadas duas tábuas associadas de decremento único, novamente uma para cada sexo, cuja probabilidade de morte por COVID-19 foi

retirada, considerando ainda que existe a probabilidade de morrer por todas as outras causas. Dessa forma, é possível estimar qual seria o ganho na expectativa de vida da população caso não houvessem as mortes causadas por COVID-19. As principais funções utilizadas foram:

$${}_nq_x^{-COVID-19} = 1 - {}_np_x \left( \frac{{}_nD_x - {}_nD_x^{COVID-19}}{{}_nD_x} \right),$$

em que:

${}_nq_x^{-COVID-19}$  : probabilidade de morrer quando todas as causas estão atuando, exceto o COVID-19, para pessoas com idade entre  $x$  e  $x + n$ ;

${}_np_x$  : probabilidade de sobreviver quando todas as causas estão atuando, inclusive o COVID-19, para pessoas com idade entre  $x$  e  $x + n$ .

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para a construção de uma tábua de múltiplos decrementos é necessário observar a população, o número de óbitos ocorridos por causa, sexo e faixa etária no respectivo ano. Com isso, através das relações demográficas é possível estabelecer a expectativa de vida por faixa etária dessa população, considerando os padrões de mortalidade.

Para a obtenção do número de mortes por COVID-19 nos meses ainda não observados, foi realizada uma previsão a partir da taxa de mortalidade diária, ajustada por uma população de um milhão de habitantes, observada entre os dias 18 de março de 2020 e 23 de julho de 2020. As previsões foram baseadas nos métodos descritos na seção (4).

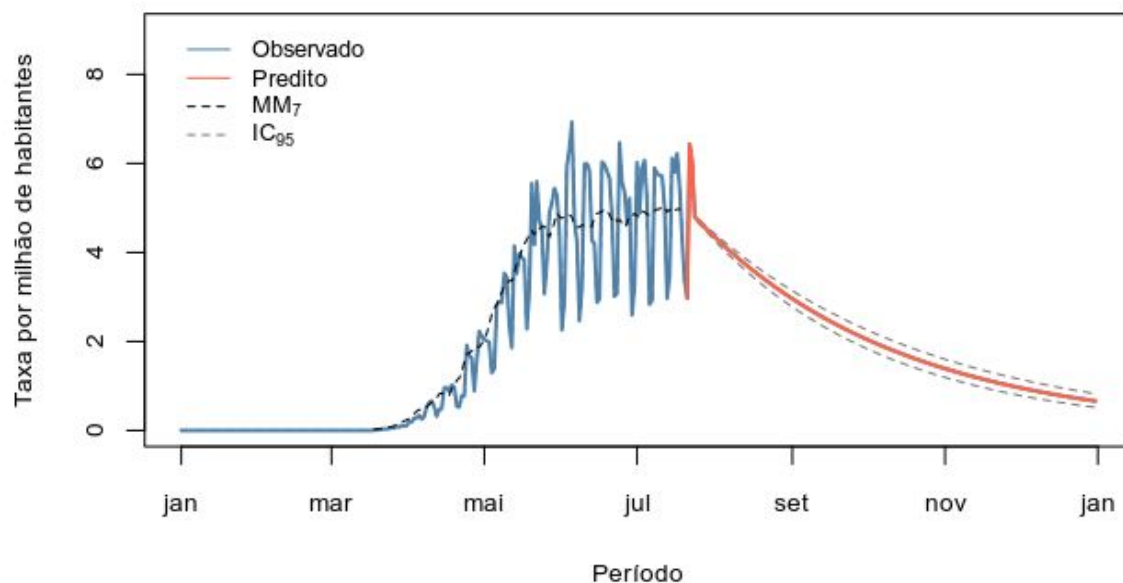
A taxa de mortalidade diária observada, o comportamento suavizado em média móvel ( $MM_7$ ) e a taxa de mortalidade predita para o Brasil estão apresentados na Figura 1, representando todas as mortes causadas por COVID-19 em 2020. Os valores preditos, representam os meses ainda não observados, ou seja, o período entre 24 de julho e 31 de dezembro de 2020.

Ainda na Figura 1, para os valores preditos, foi considerado o intervalo de confiança do parâmetro ( $\alpha$ ) a um nível de 95% de confiança do modelo de

decaimento exponencial. Estes valores foram abordados neste estudo como cenários, ou seja, o primeiro é o mais otimista (baixo), sendo o limite inferior do intervalo de  $\alpha$ , representando o menor número de mortes por COVID-19. Indicando maior taxa de decrescimento do número de mortes e, conseqüentemente, da taxa de mortalidade após o platô epidêmico.

Para o segundo cenário (médio) foi considerada a taxa de decrescimento média, representando um cenário intermediário. Para o terceiro cenário (alto), mais pessimista, considerou-se o limite superior do intervalo de  $\alpha$ , representando o maior número de mortes por COVID-19, indicando uma desaceleração mais lenta da taxa de mortalidade após o platô. Esses cenários podem ser vistos na Figura 1, em que as curvas em cinza referem-se ao menor e ao maior número de mortes esperadas, e a curva em vermelho representa o cenário médio.

**Figura 1:** Taxa de mortalidade diária por COVID-19 observada e esperada, por milhão de habitantes. Brasil, 2020

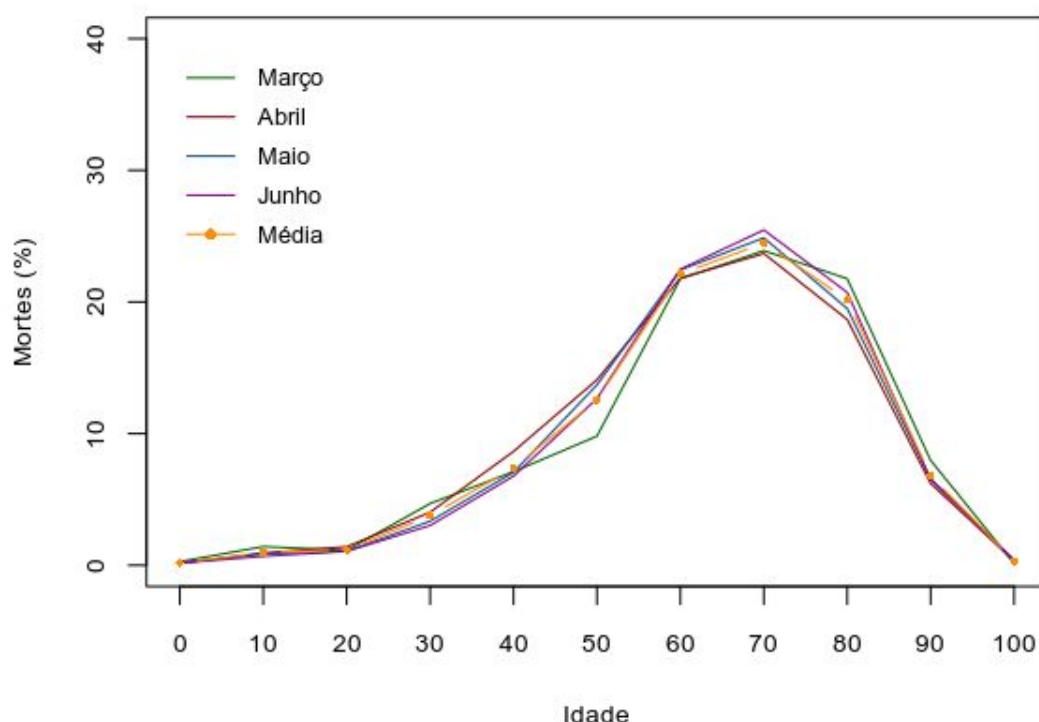


Para obter a taxa de mortalidade por faixa etária e sexo devido ao COVID-19, foi necessário segmentar os valores preditos. Para isso, foi observado o padrão de mortalidade ocorrido entre os meses de março a junho de 2020, vistos na Figura 2. Considerando o período a partir do primeiro registro de morte por COVID-19 até a

data de 23 de julho de 2020, foram registradas 84.082 mortes causadas pelo COVID-19, sendo 58% dos casos correspondentes ao sexo masculino. Em média, foram registradas 652 mortes por dia durante o período observado de quatro meses.

De acordo com dados apresentados na Figura 2, os maiores percentuais de mortes ocorreram na faixa etária de 70 a 79 anos. Também é possível verificar que os percentuais de morte por faixa etária apresentaram comportamentos semelhantes durante os meses observados.

**Figura 2:** Percentuais de mortes por COVID-19 observadas por faixas etárias e suas respectivas médias nos meses de março a junho, Brasil - 2020



Ao incorporar o número de mortes preditos aos observados por COVID-19, tem-se o número de mortes total esperado por essa causa em 2020, apresentados na Tabela 1, conforme os três cenários produzidos. No cenário médio, por exemplo, o número total de mortes por COVID-19 representa 10,96% do número de mortes em 2020.

**Tabela 1:** Número total de mortes por COVID-19 no ano de 2020

Cenários	Número de mortes por sexo		Total
	Masculino	Feminino	
Baixo	88.021	64.609	152.630
Médio	91.421	67.123	158.544
Alto	94.917	69.708	164.625

Os números máximo e mínimo esperados de mortes por COVID-19 em 2020, são respectivamente 164.625 e 152.630. Para todos os cenários, o número de mortes para o sexo masculino é maior que no sexo feminino, representando 57,66% do total de mortes.

Ao calcular as tábuas de vida, percebeu-se que embora o número de mortes em cada cenário seja diferente, o impacto é relativamente pequeno nos resultados das tábuas de vida. Portanto, serão apresentados os resultados das tábuas de vida considerando o cenário médio.

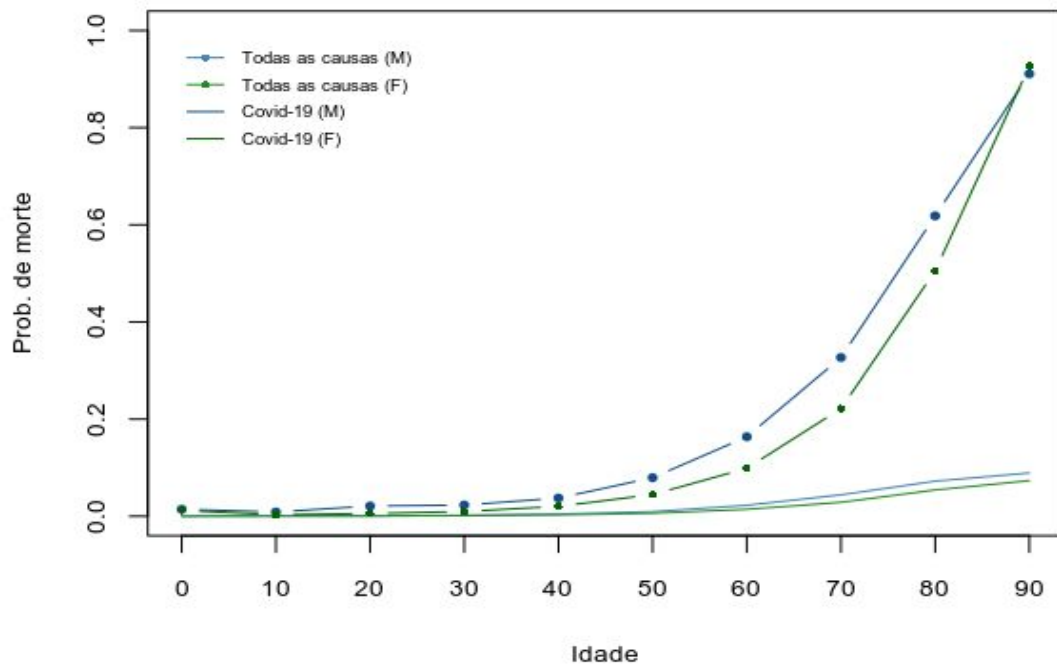
Ao separar as causas de mortes por COVID-19 das demais causas, obteve-se as probabilidades de morte, que são apresentadas na Figura 3, para cada faixa etária e sexo. Indicando assim, a probabilidade de um indivíduo morrer por uma determinada causa, dado a condicionalidade de morrer até uma determinada idade.

A probabilidade de morrer por COVID-19 entre 0 e 9 é de 0,0095% para homens e de 0,0108% para mulheres. Já para a faixa entre 60 e 69 anos, a probabilidade é de 2,26% para os homens e 1,43% para as mulheres. É possível notar que em ambos os sexos a probabilidade de morrer por COVID-19 aumenta para as faixas etárias mais envelhecidas, evidenciando a alta mortalidade para aqueles pertencentes ao grupo de risco, como também pode ser observado no estudo de Diógenes et al. (2020).

Nota-se ainda, na Figura 3, que a probabilidade de morte por demais causas é maior do que a probabilidade de morrer por COVID-19 em todas as idades. A

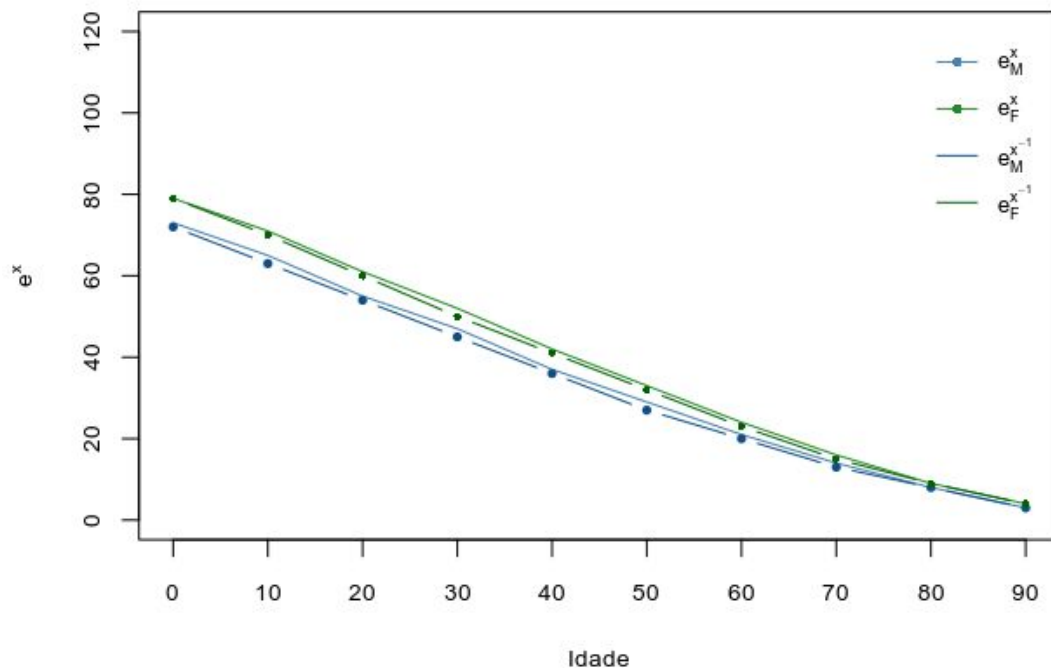
partir dos 60 anos, o sexo masculino apresenta maiores probabilidades de morrer por COVID-19, em relação ao sexo feminino.

**Figura 3:** Probabilidades de morte causadas por COVID-19 e todas as outras causas, para o sexo masculino e feminino em 2020 no Brasil



Após o cálculo das probabilidades de morte por faixa etária, sexo e causa, foram calculadas as expectativas de vida ao nascer e aos 60 anos ( $e_M^X$  e  $e_F^X$ ), considerando todas as mortes no ano de 2020 e as expectativas de vida considerando todas as causas de morte exceto mortes por COVID-19 ( $e_M^{X^{-1}}$  e  $e_F^{X^{-1}}$ ), cujos resultados são apresentados na Figura 4.

**Figura 4:** Esperanças de vida por idade segundo causas de morte para o sexo masculino e feminino em 2020 no Brasil



Ainda na Figura 4, observa-se que para os sexos masculino e feminino as expectativas de vida ao nascer, considerando todas as causas de morte, foram respectivamente, 72,4 e 78,8 anos. Já as expectativas de vida aos 60 anos em 2020 foram estimadas em 19,6 anos para homens e 23,1 anos para mulheres.

Ao desconsiderar as mortes causadas pelo COVID-19, as expectativas de vida ao nascer foram de 73,4 anos para os homens e de 79,4 anos para as mulheres e as expectativas de vida aos 60 anos, de 20,8 anos para homens e 24 anos para mulheres. A expectativa de vida em todas as faixas etárias foi menor para o sexo masculino, considerando ou não as mortes por COVID-19.

De acordo com o IBGE (2020a), a expectativa de vida ao nascer em 2018 para homens e mulheres eram respectivamente, 69 e 76 anos e a expectativa de vida aos 60 anos para homens e mulheres eram respectivamente, 17 e 21 anos. Portanto o cenário aponta para uma elevação da expectativa de vida ao nascer e aos 60 anos para ambos os sexos em 2020, mesmo com a pandemia. Mas este aumento poderia ser maior caso não houvesse essa causa de morte.

Na Tabela 2 apresentam-se as estimativas de anos de vida perdidos na expectativa de vida em 2020 no Brasil devido ao impacto da mortalidade causada pelo COVID-19. Observa-se que o maior impacto foi a partir da idade 10 para homens e mulheres. A partir desta idade, caso não houvesse a inclusão de mortes por COVID-19, em média, os homens viveriam a mais 1,5 anos e as mulheres 1,3 anos.

**Tabela 2:** Anos de vida perdidos devido às mortes causadas pelo COVID-19 por idade e sexo. Brasil, 2020

Idade	Anos de vida perdidos	
	Masculino	Feminino
0	1,018	0,590
10	1,495	1,270
20	1,481	1,250
30	1,485	1,230
40	1,440	1,190
50	1,346	1,110
60	1,211	0,980
70	0,964	0,760
80	0,606	0,470
90	0,000	0,000

Os resultados obtidos vão em direção à hipótese inicial, em que as as mortes ocorridas por COVID-19 afetariam a expectativa de vida ao nascer e aos 60 anos. Estes resultados também foram identificados em outros estudos, como visto em Diógenes et al. (2020), concluindo que a redução na expectativa de vida ao nascer, no Brasil, para ambos os sexos seria de 217 dias e em Marois et al. (2020) apontando que a redução da expectativa de vida ao nascer será de de 3 a 8 anos na América Latina.



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O propósito deste estudo foi estimar a curva de mortalidade por COVID-19 para o ano de 2020 e calcular a expectativa de vida ao nascer e aos 60 anos da população brasileira, estimando as perdas de anos vividos em decorrência da mortalidade por esta doença. Como resultado, foram encontrados impactos relativos ao COVID-19 na expectativa de vida ao nascer a os 60 anos no Brasil e algumas implicações.

Conforme os resultados obtidos 10,96% das mortes no ano de 2020 serão devido a esta doença. Ademais, as expectativas de vida ao nascer reduzirão 1,018 e 0,590 anos e aos 60 anos reduzirão 1,211 e 0,980 anos para o sexo masculino e feminino, respectivamente.

Apesar do elevado número de mortes pelo COVID-19, a maior parte desses casos fatais é referente à indivíduos com idade avançada, explicando assim a maior redução de anos de vida para pessoas com 60 anos e afetando com menor impacto a redução da expectativa de vida ao nascer.

A expectativa de vida ao nascer no Brasil apresentou tendência de crescimento nas últimas décadas, relacionada com melhorias nas condições de vida da população. No entanto, o surgimento de uma nova causa de mortalidade, o COVID-19, levou a uma desaceleração desse crescimento, conforme apontam as projeções apresentadas neste estudo. Uma das implicações desta redução está associada a efeitos negativos na qualidade de vida da população.

É importante ressaltar que os pressupostos estatísticos e demográficos foram impostos de modo a realizar predições da possível trajetória do nível de mortalidade futuro, incluindo a estimação do platô epidêmico, dado que este trabalho foi desenvolvido durante o período epidêmico. No âmbito estatístico, a condição de autocorrelação temporal não foi inserida e explorada no processo de modelagem, um fato a ser considerado futuramente. Dado o processo sazonal observado de notificações de mortalidade em fins de semana, foi considerada a média móvel de sete dias, suavizando esse efeito. Além deste, pressupôs-se que ocorrerá apenas um platô epidêmico durante 2020 e o processo epidêmico reduza em uma taxa constante após o platô.

Por outro lado, em um contexto demográfico, este trabalho assumiu que o padrão de mortalidade observado no ano de 2019 aproxima-se do esperado para o

ano de 2020, acrescido da nova causa de mortalidade (COVID-19). Ademais, atribui-se que o mesmo padrão de mortalidade por COVID-19 registrado nos meses de março à junho de 2020 será mantido nos meses posteriores, não considerando as possíveis subnotificações em relação ao número de mortes. De modo a moderar esses pontos, foram apresentados e discutidos possíveis cenários, abrindo e levantando hipóteses para novos planejamentos e estudos. A partir disso, futuramente, estudos comparativos aos resultados aqui discutidos podem ser desenvolvidos após o desfecho epidêmico no país.

Este estudo contribui com uma ferramenta de decisão para gestores e para a população no geral, pois se a propagação de mortes por COVID-19 for mantida como previsto neste estudo, implicará na redução da expectativa de vida ao nascer e aos 60 anos, afetando diversas esferas da sociedade e o bem estar social.

## REFERÊNCIAS

ATKINSON, C. G20 leaders must answer to covid-19. **Science**, American Association for the Advancement of Science, v. 368, p. 111, 2020.

BELON, A. P.; BARROS, M. B. A. Esperança de vida ao nascer: impacto das variações na mortalidade por idade e causas de morte no Município de Campinas, São Paulo, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 27, p. 877-887, 2011.

CASCELLA, M. et al. Features, evaluation and treatment coronavirus (covid-19). In: **StatPearls**. Treasure Island: StatPearls Publishing, 2020.

CHIANG, Cl. **Introduction to Stochastic Processes in Biostatistics**. New York: John Wiley. 1968.

CLARKE, L. An introduction to economic studies, health emergencies, and COVID-19. **Journal of Evidence-Based Medicine**, v. 13, n. 2, p. 161-167, 2020.

CORRÊA, É. R. P.; MIRANDA-RIBEIRO, A. Ganhos em expectativa de vida ao nascer no Brasil nos anos 2000: impacto das variações da mortalidade por idade e causas de morte. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 22, p. 1005-1015, 2017.

SIMÕES, C. C. S. **Perfis de saúde e de mortalidade no Brasil: uma análise de seus condicionantes em grupos populacionais específicos**. OPAS/OMS, 2002.

DAUDA, R. S. Impact of HIV/aids epidemic on human capital development in West Africa. **The International journal of health planning and management**, v. 33, n. 2, p. 460-478, 2018.

DIÓGENES, V. H. D.; OJIMA, R.; COSTA, J. V. **Tempo de vida perdido: o impacto da SRAG na expectativa de vida no Nordeste e suas UFs**. Disponível em: <https://demografiufrn.net/2020/05/22/expectativa-vida-srag/>. Acesso em: 14 jun. 2020.

HOFFMANN, R; VIEIRA, S. **Análise de regressão: uma introdução à econometria**. São Paulo, 1998.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Em 2018, expectativa de vida era de 76,3 anos**. 2020a. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/26104-em-2018-expectativa-de-vida-era-de-76-3-anos>. Acesso em: 14 jun. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Estatísticas**. 2020b. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9110-estatisticas-do-registro-civil.html?=&t=resultados>. Acesso em: 02 ago. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Projeção da população do Brasil e Unidades da Federação por sexo e idade para o período 2000-2030**. 2020c. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?ibge/cnv/projpopuf.def>. Acesso em: 08 ago. 2020.

LAYNE, S. P. et al. New coronavirus outbreak: Framing questions for pandemic prevention. **Science Translational Medicine**, American Association for the Advancement of Science, v. 12, p. 1–2, 2020.

MAROIS, G.; MUTTARAK, R., SCHERBOV, S. Assessing the potential impact of COVID-19 on life expectancy. **IIASA Working Paper**. 2020.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Coronavírus Brasil. Disponível em: <https://covid.saude.gov.br/>. Acesso em: 14 jun. 2020.

PASCARELLA, G. et al. COVID-19 diagnosis and management: a comprehensive review. **Journal of Internal Medicine**, 2020.

PORTAL DA TRANSPARÊNCIA DE REGISTRO CIVIL. **Especial COVID-19- Painel Registral**. Disponível em: <https://transparencia.registrocivil.org.br/registral-covid>. Acesso em: 02 ago. 2020.

ROSER, M. et al. **Coronavirus Pandemic (COVID-19)**. Disponível em: <https://ourworldindata.org/>. Acesso em: 18 jun. 2020.

SAWCHUK, L. A. Brief communication: Rethinking the impact of the 1918 influenza pandemic on sex differentials in mortality. **American Journal of Physical Anthropology: The Official Publication of the American Association of Physical Anthropologists**, v. 139, n. 4, p. 584-590, 2009.

SHARMA, V. K.; NIGAM, U. Modelling of Covid-19 cases in India using Regression and Time Series models. **medRxiv**, 2020.

TANG, Y.; WANG, S. Mathematic modeling of COVID-19 in the United States. **Emerging Microbes & Infections**, v. 9, n. 1, p. 827-829, 2020.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **WHO: People living longer and healthier lives but COVID-19 threatens to throw progress off track**. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/detail/13-05-2020-people-living-longer-and-healthier-lives-but-covid-19-threatens-to-throw-progress-off-track>. Acesso em: 14 jun. 2020.