



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE MATEMÁTICA, ESTATÍSTICA E COMPUTAÇÃO CIENTÍFICA
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA APLICADA



Júlia Bertagna

Estudo do Excesso de Mortes nas cidades de São Paulo - SP e Campinas - SP durante a pandemia de Covid-19

Campinas
11/01/2021

Júlia Bertagna

Estudo do Excesso de Mortes nas cidades de São Paulo - SP e Campinas - SP durante a pandemia de Covid-19

Monografia apresentada ao Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica da Universidade Estadual de Campinas como parte dos requisitos para obtenção de créditos na disciplina Projeto Supervisionado, sob a orientação do(a) Prof^a Dr^a Mariana Rodrigues Motta.

Resumo

A pandemia de Covid-19 teve o primeiro caso oficial notificado no Brasil em Fevereiro de 2020 e a primeira morte em meados de Março do mesmo ano. Desde então a doença tem se espalhado pelas cidades do Brasil, causando quase 195 mil mortes em todo o país em 2020. A falta de testes confiáveis, junto com a falta de uma política de testagem e rastreamento de contatos de indivíduos infectados e a demora para o processamento de informações de casos e óbitos por parte de hospitais e cartórios colocam em questionamento o registro oficial de casos e óbitos da Covid-19. Neste sentido, uma medida alternativa para acompanhar o desenvolvimento da doença pode ser necessária, como por exemplo o excesso de mortes. O excesso de mortes pode ser representado pela diferença entre o número de mortes corrente e a média do número de mortes de anos anteriores. Neste trabalho, utilizamos a média de óbitos 2018 e 2019 como linha de base no cálculo do excesso de mortes de 2020. A partir dessa medida, realizamos uma análise exploratória para as cidades de São Paulo (SP) e Campinas (SP). Tal análise sugere que a pandemia de Covid-19 pode ter causado mortes nessas cidades antes mesmo do primeiro registro oficial em meados de Março de 2020. Além disso, podemos observar que nos meses iniciais da pandemia de Covid-19 o excesso de mortes é maior que o número de óbitos oficialmente causados pela doença, sendo que a partir de Maio este comportamento se inverte. Por fim uma análise por grupos demográficos sugere que em ambas as cidades analisadas, os homens tiveram maior mortalidade devido à COVID-19 em comparação com as mulheres. Quando subdividimos os grupos por faixa-etária, encontramos uma maior mortalidade para indivíduos acima de 60 anos de idade. Além disso, quando analisamos a distribuição do acumulado de excesso de mortes por sexo para cada faixa etária vemos que para a cidade da São Paulo (SP) o acumulado de excesso de mortes no ano de 2020 para os homens é maior que para mulheres em todas as faixas etárias, enquanto que para Campinas (SP) o comportamento inverso pode ser observado para indivíduos maiores que 80 anos de idade.

Abstract

The Covid-19 pandemic was initially notified in February of 2020, in Brazil, and the first death was reported in the middle of March. Since then, the disease has spread through cities around the country, causing almost 195 thousand deaths in 2020. The lack of reliable tests, together with the lack of a policy for testing and tracking contacts of infected individuals and the delay in the processing of case and death information by hospitals and registry offices raises questions about the official number of cases and deaths. Thus an alternative metric to track the progress of the pandemic are necessary, such as the death excess. In this work, we used the average number of deaths from 2018 and 2019 as the baseline for the calculation for the death excess of 2020. Using this measure, we have done an exploratory analysis for two different cities: São Paulo (SP) and Campinas (SP). This analysis suggested that the Covid-19 pandemic may have caused deaths at these cities even before the first official register in the middle of March 2020. Beyond that, we observed that before May, the death excess is larger than the official number of Covid-19 related deaths, while this behavior was reversed in the following months. Lastly, an analysis by demographic groups suggests that in both cities analyzed men had higher mortality due to Covid-19 than women. When dividing by age groups, we found that the highest mortality was for individuals older than 60 years old. Furthermore, when we analyze the distribution of the accumulated of death excess by gender for each age group we see that for the city of São Paulo (SP) the accumulated of death excess in 2020 for men is larger than for women in all the age groups, while for Campinas (SP) the opposite behavior can be observed for individuals older than 80 years of age.

Conteúdo

1	Introdução	6
2	Métodos	7
2.1	Fonte de dados	7
2.2	Análise do Excesso de Mortes	7
3	Resultados da análise do Excesso de Mortes nas cidades de São Paulo e Campinas	8
3.1	Óbitos estratificados segundo sexo e faixa etária	11
4	Conclusão	14
	Referências	16

1 Introdução

Em Dezembro de 2019, foram identificados vários casos de pneumonia com agente etiológico desconhecido na China. Em janeiro de 2020 o agente foi identificado e nomeado como SARS-CoV-2 e a doença nomeada COVID-19 pela Organização Mundial da Saúde (OMS). A doença se espalhou rapidamente pelo país e o mundo, de modo que, dentro de um mês a OMS já havia declarado emergência mundial [1] e situação pandêmica no início de março [2].

O primeiro caso confirmado no Brasil ocorreu em fevereiro de 2020 [3], de modo que o primeiro morto com causa da morte "Covid-19" foi registrado em meados de março de 2020. Desde então a doença tem causado inúmeras mortes em todo o país, nos colocando atualmente em segundo lugar no *ranking* mundial de número de óbitos [4], com 202 mil mortes (atualizado em 09/01/2021), sendo que o Brasil é o sétimo país com maior população do mundo [5].

No Brasil e no mundo temos um grande problema de identificação do número real de casos de Covid-19 [6, 7]. Primeiro, há falta de uma política de testagem e rastreamento de contatos de um indivíduo contaminado, já que não há testes e pessoal suficientes para tal acompanhamento, além de uma falta de testes confiáveis, o que dificulta a identificação de pessoas que contraíram a doença. Além disso, devido a uma grande demanda, hospitais e cartórios podem demorar semanas e até meses para processar as informações de casos e mortes confirmados [8, 9]. Desse modo, considerando que em 2020 a COVID-19 foi a única nova causa de morte, podemos dizer que o excesso de mortes é uma boa aproximação para medir o número de óbitos devido ao SARS-CoV-2, tornando-se o objeto de estudo confiável no contexto da doença [10]. A medida de excesso de mortes pode ser determinada pela diferença entre o número total de mortes no período corrente e a média das causas dos anos anteriores no mesmo período.

Podemos realizar uma aproximação de tal forma que o excesso de óbitos representa o número real de mortes relacionadas à doença Covid-19 e, então, realizar um estudo exploratório dessa medida. Desse modo, visamos encontrar um padrões de comportamento que nos ajude a descreva e entender o comportamento da doença em algumas cidades do Brasil.

Na Seção 2 deste trabalho descrevemos as bases de dados utilizadas, assim como o método utilizado para o cálculo do excesso de mortes. Na Seção 3 realizamos uma análise e discussão do excesso de mortes mês a mês para cada uma das cidades analisadas, assim como uma comparação do excesso de mortes de 2020 com o número de mortes oficiais registrados por Covid-19. Ainda nessa seção realizamos uma análise do excesso de mortes por sexo e faixa etária para São Paulo (SP) e Campinas (SP), visando entender o comportamento da pandemia de Covid-19 em cada um desses grupos. Por fim, as conclusões deste trabalho podem ser encontradas na Seção 4.

2 Métodos

2.1 Fonte de dados

Os dados utilizados referentes ao número de óbitos diários por causas naturais nas cidades do Brasil foram adquiridos do painel Especial Covid-19 disponibilizado no site Portal da Transparência e mantido pela Associação Nacional dos Registradores de Pessoas Naturais (ARPEN Brasil) [11]. A fim de não sobrecarregar o site, utilizamos a cópia desses dados disponíveis no repositório do Marcelo Oliveira no GitHub [12].

Neste trabalho realizaremos a análise de duas bases de dados: a primeira sem estratificação por sexo e faixa etária com dados de Janeiro de 2018 a Dezembro de 2020 e uma segunda base com dados detalhados por sexo e faixa etária correspondente ao período de Janeiro de 2019 a Dezembro de 2020. Os dados utilizados foram extraídos a partir do portal GitHub citado anteriormente e acessado no dia 06 de janeiro de 2021 para as cidades de São Paulo (SP) e Campinas (SP)

2.2 Análise do Excesso de Mortes

A fim de calcular o excesso de mortes é necessário, inicialmente, determinar qual será a base de comparação para o número de óbitos de 2020. Em seguida realizamos a diferença entre os óbitos observados em 2020 e a linha de base escolhida, determinando assim o excesso de óbitos para o período escolhido.

Neste trabalho realizamos a análise individual mês a mês para as cidades de São

Paulo (SP) e Campinas (SP). Além disso, a fim de entender o comportamento da doença dentro de diferentes grupos, também realizamos uma análise dos dados estratificados por sexo e faixa etária.

A base de comparação utilizada para os dados gerais de cada cidade foi a média dos últimos dois anos (2018 e 2019). No entanto, para os dados estratificados por sexo e faixa etária tivemos acesso apenas aos dados de 2019, então nesse caso a linha de base utilizada foi o número de óbitos para o ano de 2019. Desta forma, o excesso de mortes foi determinado realizando a diferença entre o número de óbitos observados em 2020 e a linha de base.

Para análise do excesso de mortes por sexo e faixa etária, utilizamos o acumulado de excesso de mortes em função do tempo para os meses de 2020, melhor ilustrando quais foram os grupos de gênero e faixa etária mais afetados pela pandemia de Covid-19. É importante ressaltar que para o cálculo do acumulado de excesso de mortes consideramos que meses cujo o excesso de mortes é negativo são considerados nulos, uma vez que não faz sentido que o acumulado de óbitos decresça em determinado ponto no tempo.

3 Resultados da análise do Excesso de Mortes nas cidades de São Paulo e Campinas

A fim de avaliar o excesso de mortes nas cidades de São Paulo (SP) e Campinas (SP), utilizamos os dados históricos disponíveis, referentes a 2018 e 2019, além dos óbitos observados de 2020. O número de mortes esperado para 2020 foi considerado como a média dos valores para os anos anteriores, sendo que variações de $\pm 5\%$ são esperadas. Nas Figuras 1 e 2 podemos observar as quantidades esperadas (média dos anos anteriores) e observadas de óbitos para 2020, assim como a comparação do excesso de mortes para 2020 e o número de óbitos relatados por Covid-19.

Para a cidade de São Paulo (SP), a partir de Fevereiro há um excesso de mortes acima de 5% comparado à média dos anos anteriores, o que sugere que o vírus da Covid-19 já poderia ter causado mortes antes mesmo do primeiro registro oficial no dia 16 de março, quando o primeiro óbito oficial pela doença foi registrado [11]. Essa análise é possível considerando que não tivemos, em 2020, nenhuma causa nova de morte

comparada aos anos anteriores além do vírus SARS-CoV-2. O aumento do número de óbitos em 2020 comparado à média dos anos anteriores continua nos meses seguintes, diminuindo a partir de Agosto.

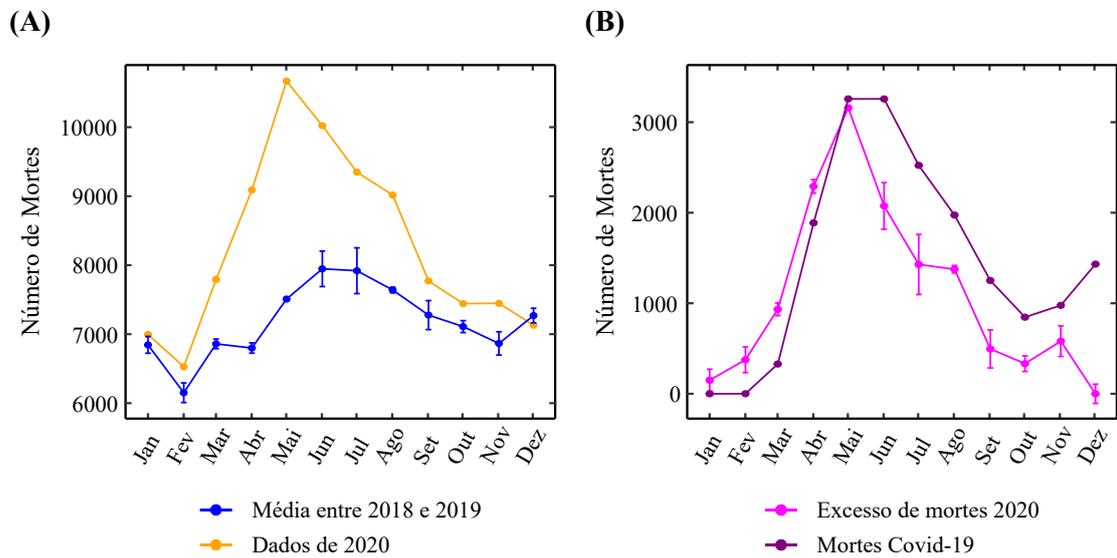


Figura 1: **(A)** Comparação do número de óbitos observados e a média dos anos anteriores; **(B)** Comparação do excesso de óbitos para 2020 e o número de óbitos por Covid-19 observados na cidade de São Paulo (SP)

Os dados da cidade de Campinas (SP) mostram um comportamento similar, enquanto que o número oficial de óbitos por Covid-19 no mês de Março é apenas 8 [11], a análise do excesso de mortes para a cidade sugere que em Março o avanço da doença foi maior, levando a cerca de 90 óbitos a mais do que o esperado para o mês, um aumento de 16% em comparação aos anos anteriores, novamente acima da variação de 5% esperada entre anos. O aumento do número de óbitos continua nos meses seguintes, de modo que começa a diminuir a partir do mês de Outubro. Vemos que em Campinas (SP) a doença teve início mais tardio do que a cidade de São Paulo (SP), além disso os dados sugerem que a doença afetou a população durante mais tempo do que na capital.

É possível observar ainda que a partir de Maio, o excesso de mortes para São Paulo (SP), assim como para Campinas (SP), passa a ser menor que o número observado de óbitos devido à Covid-19. Tal comportamento pode estar relacionado ao fato de que a primeira quarentena foi decretada na estado no fim de Março [13]. Com a quarentena, não é estranho pensar que parte da população começou a se recolher e evitar aglomerações, o

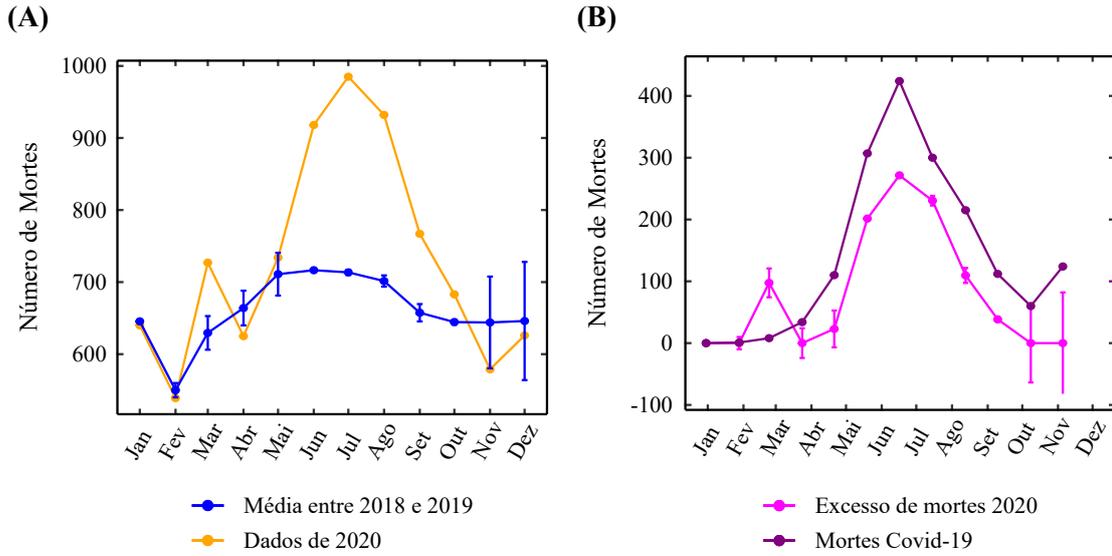


Figura 2: **(A)** Comparação do número de óbitos observados e a média dos anos anteriores; **(B)** Comparação do excesso de óbitos para 2020 e o número de óbitos por Covid-19 observados. Os dois gráficos são referentes à cidade de Campinas (SP)

que pode ter diminuído a taxa de mortalidade de outras doenças comumente presentes, como por exemplo a gripe sazonal. Para ajudar a entender esta suposição tome $MC2020$ como óbitos por Covid-19 em 2020 e $\bar{MC}2020$ como óbitos não relacionados a Covid-19 em 2020. Seja ainda $M_{18,19}$ o número médio de mortes nos anos 2018 e 2019. Se tomarmos o excesso de mortes em 2020 como sendo

$$E = MC2020 + \bar{MC}2020 - M_{18,19}. \quad (1)$$

Assim, se $E < MC2020$, então temos que $\bar{MC}2020 < M_{18,19}$, ou seja, as causas de mortes não relacionadas a Covid-19 em 2020 foram menores do que a média de mortes 2018 e 2019, quando não existia Covid-19. Este resultado indica que o número de óbitos relacionados a outras doenças foi menor em 2020 do que nos anos de 2018 e 2019, na média. Outra explicação possível para o excesso de mortes ser inferior ao número de mortes por Covid-19, é o fato de que muitos pacientes que foram ao hospital para serem tratados por outras doenças podem ter acabado se contaminando com Covid-19, aumentando o número de mortes pela doença.

Além disso, no período anterior a março, notamos que o número de excesso de mortes é superior ao número de mortes por Covid-19, o que pode ser explicado como

o efeito de uma possível subnotificação dos casos de Covid-19 no começo da pandemia. Nos primeiros meses da pandemia no país, além do fato de que não se conhecia muito sobre a doença, os testes para Covid-19 eram escassos, o que pode ter gerado diagnósticos errôneos.

É interessante notar que apesar das diferenças no número absoluto, as curvas de excesso de mortes e óbitos relatados de Covid-19 apresentam o mesmo comportamento, com exceção do mês de Dezembro que não tivemos acesso aos dados completos do mês, uma vez que os dados aqui utilizados foram extraídos no início de Janeiro de 2021, não cobrindo o mínimo de 14 dias de atraso para registro de óbitos.

3.1 Óbitos estratificados segundo sexo e faixa etária

Agora que entendemos o comportamento do excesso de mortes de 2020 em função dos meses e como os se compara com as mortes oficiais por Covid-19 em 2020, vamos analisar como a pandemia de Covid-19 afetou diferentes faixas etárias e gêneros.

Podemos observar a partir dos gráficos da Figura 3 que tanto para a cidade de São Paulo (SP) quanto para Campinas (SP) a pandemia de Covid-19 causou maior número de óbitos dentro do grupo de pessoas do sexo masculino. Novamente, essa interpretação é possível utilizando a aproximação de que o excesso de mortes é igual ao número de óbitos causados pela Covid-19.

Segundo o Censo Demográfico de 2010 realizado pelo IBGE, na cidade de São Paulo (SP) aproximadamente 53% da população é composta por mulheres. Mesmo que a população feminina seja maior, em 2020 observamos um acumulado de excesso de mortes de aproximadamente 54% maior para homens comparado ao acumulado de excesso de mortes observado para mulheres. Similarmente, a cidade de Campinas (SP) apresentou em 2020 uma diferença ainda maior no número de óbitos entre homens e mulheres, 85% óbitos a mais referente à população masculina comparado à população feminina da cidade, onde homens representaram 48% da população, segundo o Censo Demográfico de 2010 do IBGE.

Os gráficos da Figura 4 mostram a comparação do acumulado de excesso de mortes de 2020 para seis faixas etárias diferentes. Podemos observar que São Paulo (SP) e Campinas (SP) apresentam um comportamento similar da doença, e para ambas as

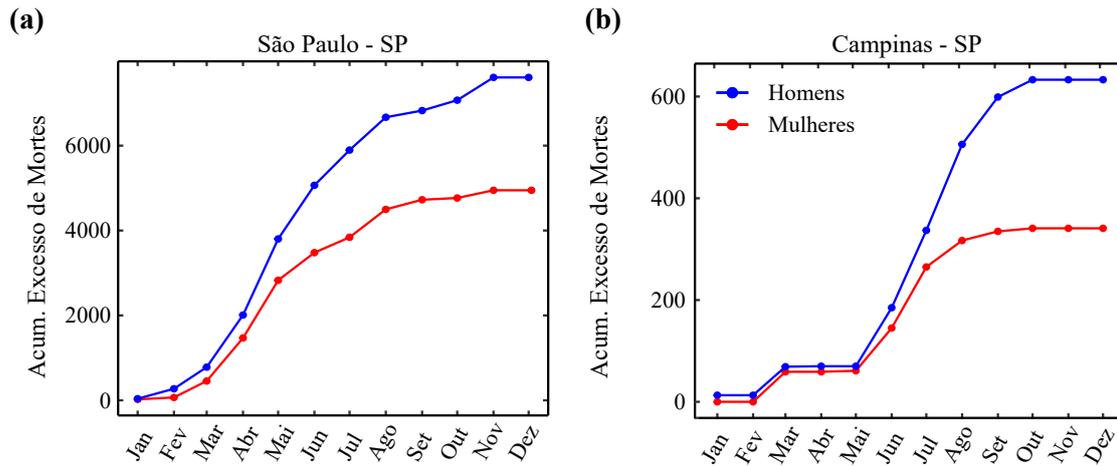


Figura 3: Comparação do acumulado do excesso de mortes observado em 2020 para homens e mulheres para as cidades de **(a)** São Paulo (SP) e **(b)** Campinas (SP).

nas cidades os grupos etários com maior acumulado de excesso de mortes são de 40 a 99 anos de idade, sugerindo que a Covid-19 leva a óbito principalmente pessoas acima de 40 anos de idade, sendo o maior número de óbitos referente a indivíduos entre 60 e 79 anos.

Para a cidade de São Paulo (SP), os idosos (população acima de 60 anos de idade) representam 68% dos excessos de mortes para o ano de 2020 e 69% em Campinas (SP), sendo que indivíduos dessa faixa etária representam cerca de 12% e 13%, respectivamente, das populações dessas cidades. Tal resultado é coerente com valores observados para a Covid-19 em outras regiões do Brasil, como o estado do Pará, Bahia e Rio de Janeiro, que mostram que a população idosa apresenta maior incidência de mortalidade [14].

Finalmente, na Figura 5 observamos que para todas as faixas etárias os homens têm um acumulado de excesso de mortes maior ou igual ao acumulado de excesso de mortes para mulheres, de modo que para as faixas etárias 40 a 79 anos este comportamento é mais discrepante. Enquanto que na Figura 6 observamos o acumulado de excesso de mortes não é maior para os homens em todas as faixas etárias, para indivíduos maiores de 80 anos de idade vemos que o acumulado de excesso de mortes para 2020 é maior para mulheres do que para homens.

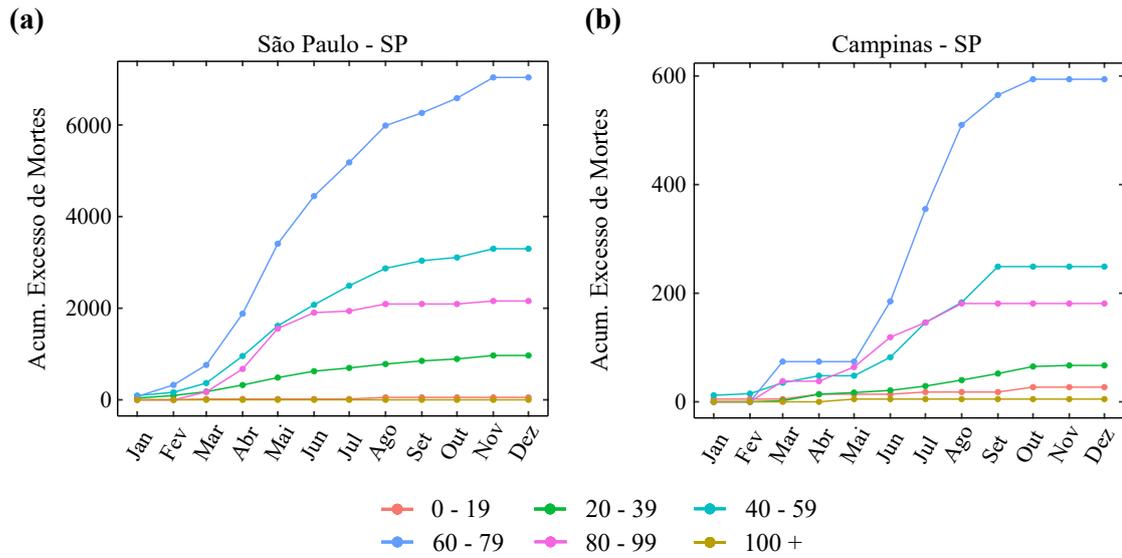


Figura 4: Comparação do acumulado do excesso de mortes observado em 2020 para diferentes faixas etárias para as cidades de **(a)** São Paulo (SP) e **(b)** Campinas (SP).

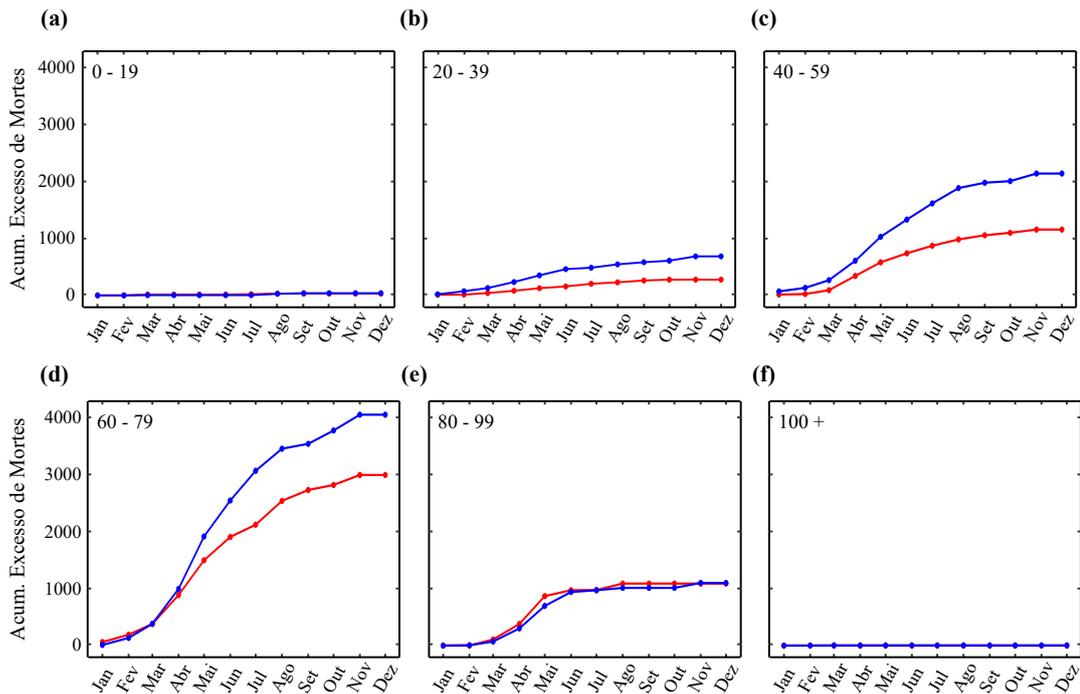


Figura 5: Comparação do acumulado do excesso de mortes por sexo observado em 2020 para as seguintes faixas etárias: **(a)** 0 a 19 anos; **(b)** 20 a 39 anos; **(c)** 40 a 59 anos; **(d)** 60 a 79 anos; **(e)** 80 a 99 anos e **(f)** Maiores de 100 anos. Todos os gráficos são referentes à cidade de São Paulo (SP).

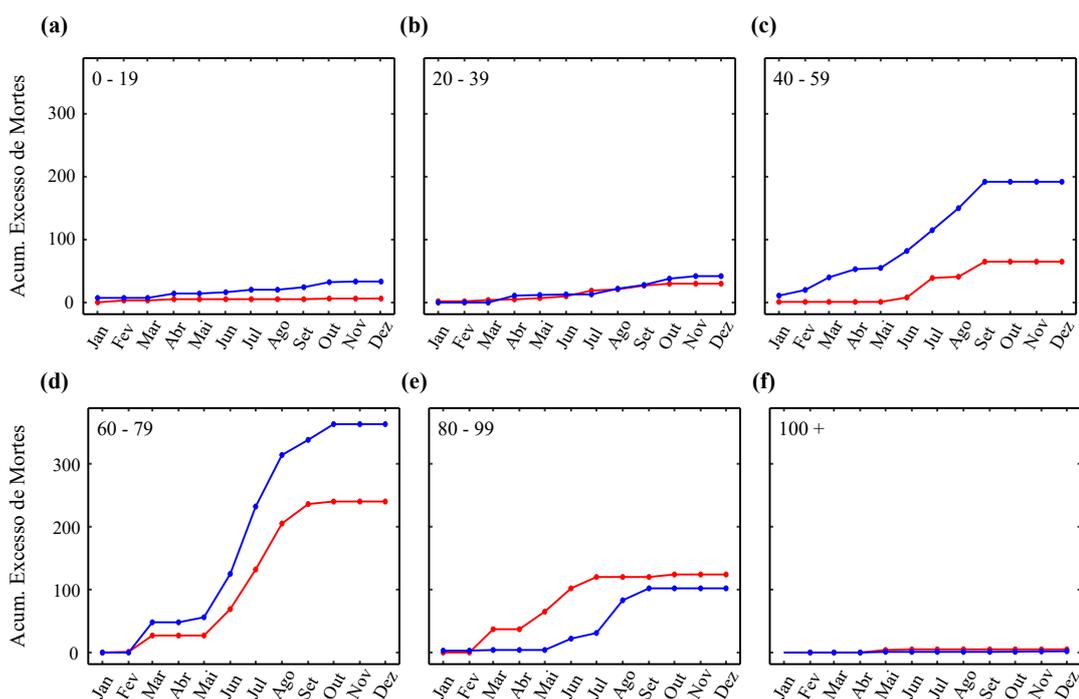


Figura 6: Comparação do acumulado do excesso de mortes por sexo observado em 2020 para as seguintes faixas etárias: **(a)** 0 a 19 anos; **(b)** 20 a 39 anos; **(c)** 40 a 59 anos; **(d)** 60 a 79 anos; **(e)** 80 a 99 anos e **(f)** Maiores de 100 anos. Todos os gráficos são referentes à cidade de Campinas (SP).

4 Conclusão

Neste trabalho realizamos um estudo exploratório do excesso de mortes de 2020, uma medida que vem sendo muito utilizada para acompanhar o desenvolvimento pandemia de Covid-19. Para o cálculo dessa medida numa análise geral utilizamos como linha de base a média de óbitos dos anos 2018 e 2019, enquanto que para análise por grupos demográficos a linha de base utilizada foi apenas os óbitos registrados no ano de 2019.

O excesso de mortes de 2020 na cidade de São Paulo (SP) sugere que a pandemia de Covid-19 pode ter causado óbitos na cidade antes mesmo do primeiro registro oficial em meados de Março. Um comportamento similar pôde ser observado para a cidade de Campinas (SP), sugerindo que o vírus da Covid-19 pode ter causado cerca de 80 óbitos a mais em Março do que o número de óbitos oficiais por causados pela doença.

A análise mês a mês do excesso de mortes mostra também que nos meses

iniciais da pandemia no país, entre Fevereiro e Maio, houve uma possível subnotificação no número de óbitos por Covid-19 registrados. Vemos ainda que a partir do mês de Maio o excesso de mortes passa a ser menor do que o número oficial de registros de óbitos pela Covid-19, tal comportamento pode ser relacionado com as consequências do decreto da quarentena no estado de São Paulo no fim de Março, quando a população pode ter começado a se cuidar mais e, assim, diminuindo as mortes por outras causas.

De maneira geral, pudemos observar que o excesso de mortes é uma boa aproximação para analisar o número de óbitos causados pela pandemia de Covid-19, principalmente quando o objetivo é analisar tendências. Dessa maneira, utilizamos tal medida para entender o comportamento da doença entre diferentes grupos demográficos. Vimos que para ambas as cidades analisadas os dados sugerem uma maior taxa de mortalidade na população masculina e em indivíduos maiores de 60 anos, coerente com o esperado para a doença Covid-19. Por fim, quando analisamos a distribuição do acumulado de excesso de mortes por sexo para cada faixa etária vemos que para a cidade de São Paulo (SP) o acumulado de excesso de mortes no ano de 2020 para os homens é maior que para mulheres em todas as faixas etárias, enquanto que para Campinas (SP) o comportamento inverso pode ser observado para indivíduos maiores que 80 anos de idade.

Referências

1. Sohrabi, C., Alsafi, Z., O'Neill, N., Khan, M., Kerwan, A., Al-Jabir, A., Iosifidis, C. & Agha, R. World Health Organization declares global emergency: A review of the 2019 novel coronavirus (COVID-19). *International Journal of Surgery* **76**, 71–76 (2020).
2. World Health Organization. *Virtual press conference on COVID-19 - 11 March 2020* <https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/transcripts/who-audio-emergencies-coronavirus-press-conference-full-and-final-11mar2020.pdf>. Acessado: 06-01-2021.
3. *Painel Coronavírus - Ministério da Saúde* <https://covid.saude.gov.br/>. Acessado: 06-01-2021.
4. Max Roser Hannah Ritchie, E. O.-O. & Hasell, J. Coronavirus Pandemic (COVID-19). *Our World in Data*. <https://ourworldindata.org/coronavirus> (2020).
5. Max Roser, H. R. & Ortiz-Ospina, E. World Population Growth. *Our World in Data*. <https://ourworldindata.org/world-population-growth> (2013).
6. França, E. B., Ishitani, L. H., Teixeira, R. A., de Abreu, D. M. X., Corrêa, P. R. L., Marinho, F. & Vasconcelos, A. M. N. Óbitos por COVID-19 no Brasil: quantos e quais estamos identificando? *Revista Brasileira de Epidemiologia* **23** (2020).
7. Cimerman, S., Chebabo, A., Arns, C., Cunha, D. & Rodriguez-Morales, A. Deep Impact of COVID-19 in the HealthCare of Latin America: the case of Brazil. *Brazilian Journal of Infectious Diseases* **24** (2020).
8. *Tracking covid-19 excess deaths across countries - The Economist* <https://www.economist.com/graphic-detail/2020/07/15/tracking-covid-19-excess-deaths-across-countries>. Acessado: 06-01-2021.
9. *412,000 Missing Deaths: Tracking the True Toll of the Coronavirus Outbreak - The New York Times* <https://www.nytimes.com/interactive/2020/04/21/world/coronavirus-missing-deaths.html>. Acessado: 06-01-2021.
10. Fujiwara, T. *Estimating Excess Deaths due to Covid-19* http://www.princeton.edu/~fujiwara/papers/excess_deaths.pdf. Acessado: 06-01-2021.
11. *ARPEN Brasil. Portal da Transparência - Especial COVID-19* <https://transparencia.registrocivil.org.br/especial-covid>. Acessado: 06-01-2021.
12. Oliveira, M. *Brazil Civil Registry Data* <https://github.com/capyvara/brazil-civil-registry-data>. Acessado: 06-01-2021.

13. *João Doria, Governador do Estado de São Paulo - Decreto Nº 64.881, de 22 de Março de 2020* <https://www.saopaulo.sp.gov.br/wp-content/uploads/2020/03/decreto-quarentena.pdf>. Acessado: 06-01-2020.
14. Barbosa, I. R., GalvÃ, M. H. R., Souza, T. A. d., Gomes, S. M., Medeiros, A. d. A. & Lima, K. C. d. Incidence of and mortality from COVID-19 in the older Brazilian population and its relationship with contextual indicators: an ecological study. en. *Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia* **23** (2020).