

Desigualdades socioespaciales de la mortalidad por COVID-19 en tres olas de propagación: un análisis intraurbano en Argentina

Socio-spatial inequalities in COVID-19 mortality in the three waves: an intraurban analysis in Argentina

Desigualdades socioespaciais da mortalidade por COVID-19 em três ondas de propagação: uma análise intraurbana na Argentina

Carlos Marcelo Leveau ^{1,2}
Leonardo Soares Bastos ³

doi: 10.1590/0102-311XES163921

Resumen

Nuestro propósito fue investigar las diferencias de las desigualdades socioespaciales de la mortalidad por COVID-19 entre tres olas de propagación del virus en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA), Argentina. Los datos de mortalidad por COVID-19 se obtuvieron de la base de datos de casos de COVID-19, informados por el gobierno de la CABA, desde el 7 de marzo de 2020 hasta el 30 de septiembre de 2021. Se determinaron tres olas: la primera ola, entre los meses de marzo y diciembre de 2020, la segunda ola, entre diciembre y marzo de 2021, y la tercera ola, entre marzo y septiembre de 2021. En cada ola se calcularon regresiones multivariadas para analizar la asociación entre el riesgo de mortalidad por COVID-19, en dos grupos etarios (0-59 años y 60 o más años), y el porcentaje de hogares con necesidades básicas insatisfechas, como indicador del nivel de pobreza de los barrios, y la densidad poblacional. Durante la primera ola y en ambos grupos etarios, los barrios del tercil con mayores porcentajes de hogares con necesidades básicas insatisfechas tuvieron un riesgo mayor de mortalidad por COVID-19, en comparación a los barrios del tercil con menores porcentajes de hogares con necesidades básicas insatisfechas. Estas desigualdades desaparecieron durante la segunda ola en ambos grupos etarios, mientras que en la tercera ola pareció emerger un patrón geográfico similar al de la primera ola. Es posible que mayores niveles de inmunidad en barrios con niveles altos de pobreza pudieran explicar parcialmente la ausencia de desigualdades socioespaciales durante la segunda ola, mientras que la irrupción de las variantes gamma y lambda podría explicar parcialmente el retorno a las desigualdades observadas en la primera ola.

COVID-19; Mortalidad; Factores Socioeconómicos; Análisis Espacial

Correspondencia

C. M. Leveau
Instituto de Producción, Economía y Trabajo, Universidad Nacional de Lanús,
29 de Septiembre 3901, Remedios de Escalada, Buenos Aires
1826, Argentina.
cmleveau@hotmail.com

¹ Instituto de Producción, Economía y Trabajo, Universidad Nacional de Lanús, Remedios de Escalada, Argentina.

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Buenos Aires, Argentina.

³ Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, Brasil.



Introducción

La mortalidad por COVID-19 en la región de las Américas presenta la segunda tasa de mortalidad más alta del mundo ¹, luego de Europa, y su impacto es mayor en las principales áreas urbanas ². Al interior de las ciudades latinoamericanas la mortalidad por COVID-19 parece presentar una distribución geográfica desigual. Aunque la llegada del virus y primera difusión suele producirse en las áreas de nivel socioeconómico más alto de las grandes ciudades ³, termina golpeando de manera más dura a las zonas de menor nivel socioeconómico ^{4,5,6}. Sin embargo, estos estudios se han enfocado en el inicio de la pandemia y la primera ola de propagación invernal durante 2020 en Latinoamérica. Por lo tanto, aún no se ha explorado el impacto socioespacial desigual de la mortalidad en el contexto de las olas de propagación del COVID-19 posteriores, registradas durante el verano e invierno australes en algunos países sudamericanos, como Argentina, Chile y Uruguay ¹. La Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA) registra la tasa de mortalidad por COVID-19 más alta entre todas las jurisdicciones de la Argentina ⁷ y ha presentado tres olas de propagación: la primera con picos que superaron los 1.500 casos diarios de COVID-19 durante agosto de 2020; la segunda ola, más acotada temporalmente, presentó un pico de 1.636 casos a comienzos de enero de 2021; y la tercera ola fue la de mayor propagación de casos, con un pico de 3.658 casos a fines de mayo de 2021 ⁸.

A nuestro conocimiento, los pocos antecedentes previos que compararon variaciones espaciales de la propagación de casos y mortalidad por COVID-19 entre diferentes olas han mostrado resultados mixtos y se han limitado al continente europeo: persistencia de las desigualdades sociales en el contagio ⁹ o cambios geográficos en el exceso de mortalidad ¹⁰. Dos posibles explicaciones podrían dar cuenta de los cambios geográficos en la concentración de la mortalidad entre las primeras dos olas: altos niveles de inmunidad y cambios en las conductas preventivas en la población de áreas que experimentaron alta mortalidad durante la primera ola, provocarían una menor mortalidad durante la segunda ola en estas áreas ¹⁰. Otro factor que podría modificar la geografía del COVID-19 es la emergencia de “variantes de preocupación”, asociadas al aumento de la transmisibilidad o efectos más negativos del COVID-19 a nivel poblacional ¹¹. A diferencia de las primeras dos olas, la tercera ola en CABA tuvo una predominancia creciente de las variantes gamma y lambda, de las cuales la primera ha estado asociada a una mayor transmisibilidad del virus, reinfección, letalidad y aumento de la proporción de muertes en población de 20-59 años ^{12,13}. Basados en esto, es posible que, tras la aparición de desigualdades socioespaciales de la mortalidad por COVID-19 durante la primera ola, los mayores riesgos de mortalidad durante la segunda ola se trasladen a barrios que presentaron tasas bajas de mortalidad en la primera ola. Luego, con la aparición de variantes nuevas del virus durante la tercera ola, se esperaría un mayor aumento de la mortalidad en las áreas de nivel socioeconómico bajo que registraron las mayores tasas de mortalidad en la primera ola.

Nuestro propósito es investigar las diferencias de las desigualdades socioespaciales de la mortalidad por COVID-19 entre tres olas en la CABA. Por lo tanto, hipotetizamos: (1) diferencias en los patrones socioespaciales de la mortalidad por COVID-19 entre la ola de invierno de 2020 y la ola de verano de 2021 en la CABA; y (2) un retorno de las desigualdades socioespaciales durante la tercera ola.

Métodos

Se utilizó un diseño de estudio ecológico retrospectivo, considerando la población residente en la CABA, y definiendo el periodo de estudio entre el 7 de marzo de 2020, fecha de confirmación del primer caso en CABA, y el 30 de septiembre de 2021. Los datos de muertes por COVID-19 en residentes de la CABA se obtuvieron de la base de datos de casos de COVID-19 informados por el gobierno de CABA ¹⁴. Con el objetivo de incluir muertes ocurridas durante este período, pero notificadas con retraso semanas después ¹⁵, se utilizó la base de datos actualizada al 1^{ro} de diciembre de 2021. Debido a que los adultos mayores presentan una probabilidad mayor de muerte por COVID-19 ¹⁶, se analizaron dos poblaciones separadamente: población hasta los 59 años de edad y población de 60 o más años. Las unidades espaciales constituyeron los 48 barrios de la CABA y se consideró el barrio de residencia de cada fallecido por COVID-19. Asumiendo que la variación temporal de las muertes sería similar a la observada en los casos confirmados por COVID-19, se calcularon medias móviles

de fallecimientos de siete días y se establecieron tres sub-períodos delimitados por los dos días con medias móviles más bajas que marcaron el comienzo y el fin de la segunda ola de muertes.

Debido a que, a nuestro conocimiento, no hay datos oficiales disponibles sobre proyecciones poblacionales de barrios de la CABA, se estimó la población al año 2020, considerando el porcentaje de variación porcentual de la población de ambos grupos etarios entre 2010 y 2020 a nivel de comuna¹⁷. Por ejemplo, con la población de 0-59 años censada en 2010 y residente en los seis barrios que conforman la Comuna 1 se asumió que cada barrio tuvo la misma variación porcentual de su población, correspondiente a la variación entre el período 2010-2020 en la Comuna 1.

Se calcularon regresiones multivariadas para analizar la asociación entre el riesgo de mortalidad y el porcentaje de hogares con necesidades básicas insatisfechas¹⁸, como indicador del nivel de pobreza estructural de los barrios, de acuerdo al censo de 2010. Un hogar es considerado con necesidades básicas insatisfechas si presenta algunas de las siguientes condiciones: el tipo de vivienda es inconveniente (pieza de inquilinato, vivienda precaria u otro tipo); no tiene ningún tipo de retrete; tiene más de tres personas por cuarto; cuenta con al menos un niño en edad escolar (6-12 años) que no asiste a la escuela; tiene cuatro o más personas por miembro ocupado y, además, cuyo jefe de hogar no completó tercer grado de escolaridad primaria. Esta variable fue transformada dividiendo los barrios en terciles que reflejaron tres niveles de pobreza (bajo, medio y alto). Adicionalmente, se incluyó la densidad poblacional, de acuerdo al censo de 2010, como covariable debido a que algunos estudios^{19,20} muestran que esta variable podría estar asociada positivamente con las tasas de mortalidad por COVID-19.

Se aplicaron modelos jerárquicos bayesianos, asumiendo una distribución de Poisson de las muertes por COVID-19, y considerando la población residente por grupo de edad como *offset* de cada modelo. Se utilizó para cada ola y grupo de edad un modelo espacial mixto²¹ con efectos aleatorios espacialmente estructurados (modelo "BYM2"²²), con el objetivo de tener en cuenta la dependencia espacial entre los barrios de la CABA (es decir, las áreas vecinas tienden a tener tasas similares de mortalidad). Es así como se incluyó un parámetro que toma en cuenta los efectos aleatorios espacialmente estructurados más un parámetro de residuos no estructurados²³. Los efectos aleatorios espacialmente estructurados fueron calculados considerando una matriz de contigüidad espacial, en donde el criterio de vecindad fue determinado si un área compartía un límite con otra área. La conveniencia de este modelo espacial, frente al modelo que no toma el efecto espacialmente estructurado (modelo "iid"), fue estimada mediante el cálculo del criterio de información de Watanabe-Akaike (WAIC)²⁴. Cuanto más bajo el valor del WAIC, mejor el ajuste del modelo. Luego, se estimaron los hiperparámetros, la precisión (el inverso de la varianza) de los efectos aleatorios y un parámetro que controla la importancia de la estructura espacial, midiendo la proporción de la varianza espacial explicada por el efecto aleatorio, con valores que varían entre 0 (no efecto espacial) y 1 (toda la variabilidad viene de la estructura espacial)^{22,25}. Por último, se calcularon los riesgos relativos residuales, luego de controlar por las variables independientes (porcentaje de hogares con necesidades básicas insatisfechas y densidad poblacional), incluidas en los modelos, y las probabilidades posteriores de riesgos mayores que 1²¹.

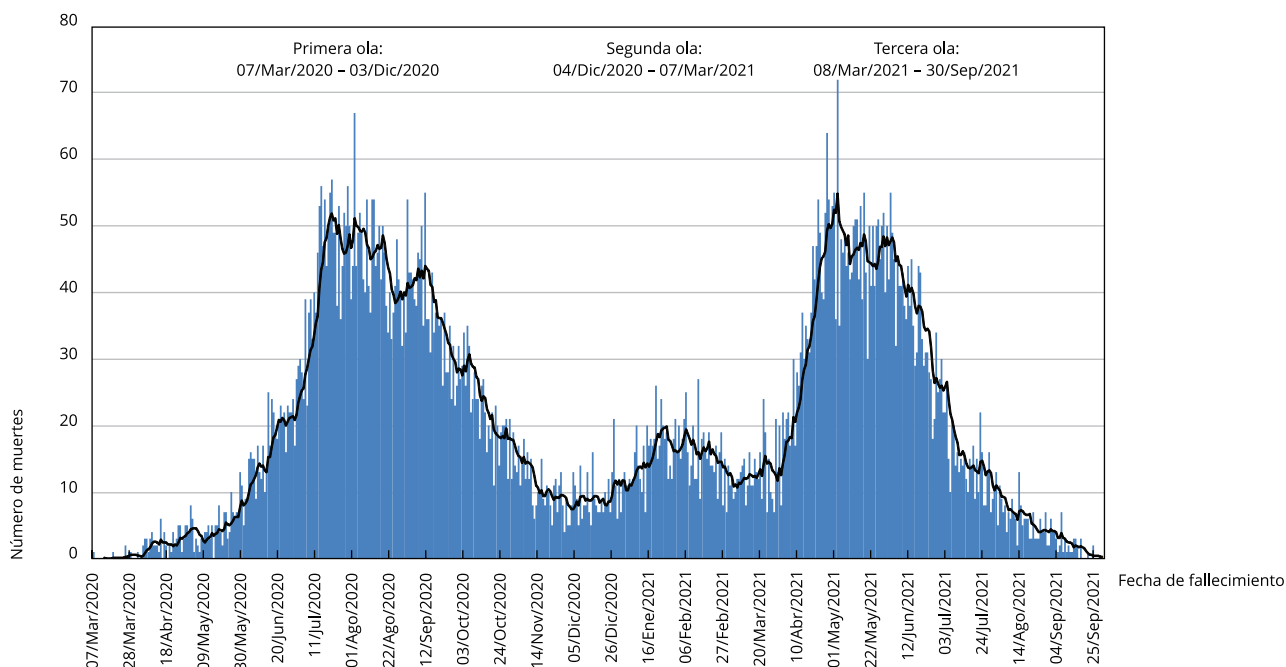
Los análisis de regresión espacial se llevaron a cabo con el programa R versión R.3.2.5 (<http://www.r-project.org>), utilizando el paquete *INLA*, mientras que el mapeo de las variables se realizó con el programa QGIS versión 2.14.3 (<https://qgis.org/en/site/>).

Resultados

A pesar de las similitudes, considerando los picos de casos positivos diarios entre las primeras dos olas, las muertes diarias por COVID-19 de la primera ola alcanzaron máximos muy superiores a los observados en la segunda ola, mientras que la tercera ola de fallecimientos mostró similitud con la primera ola (Figura 1). Al 30 de septiembre de 2021, se observaron tres aumentos de la mortalidad por COVID-19 en la CABA: un primer aumento entre los meses de julio y septiembre de 2020, un segundo aumento, de magnitudes menores de mortalidad, entre diciembre de 2020 y febrero de 2021, y el tercer aumento entre abril y agosto de 2021 (Figura 1). De acuerdo a los dos días con medias móviles más bajas de fallecimientos, que marcaron el comienzo y el fin de la segunda ola de muertes, se establecieron el 3 de diciembre de 2020 como el fin de la primera ola y el 7 de marzo de 2021 como el fin de la segunda ola (Figura 1).

Figura 1

Muertes diarias por COVID-19 en población residente y conglomerados temporales de mortalidad en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina, 7 de marzo de 2020 al 30 de septiembre de 2021.



Fuente: Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires.

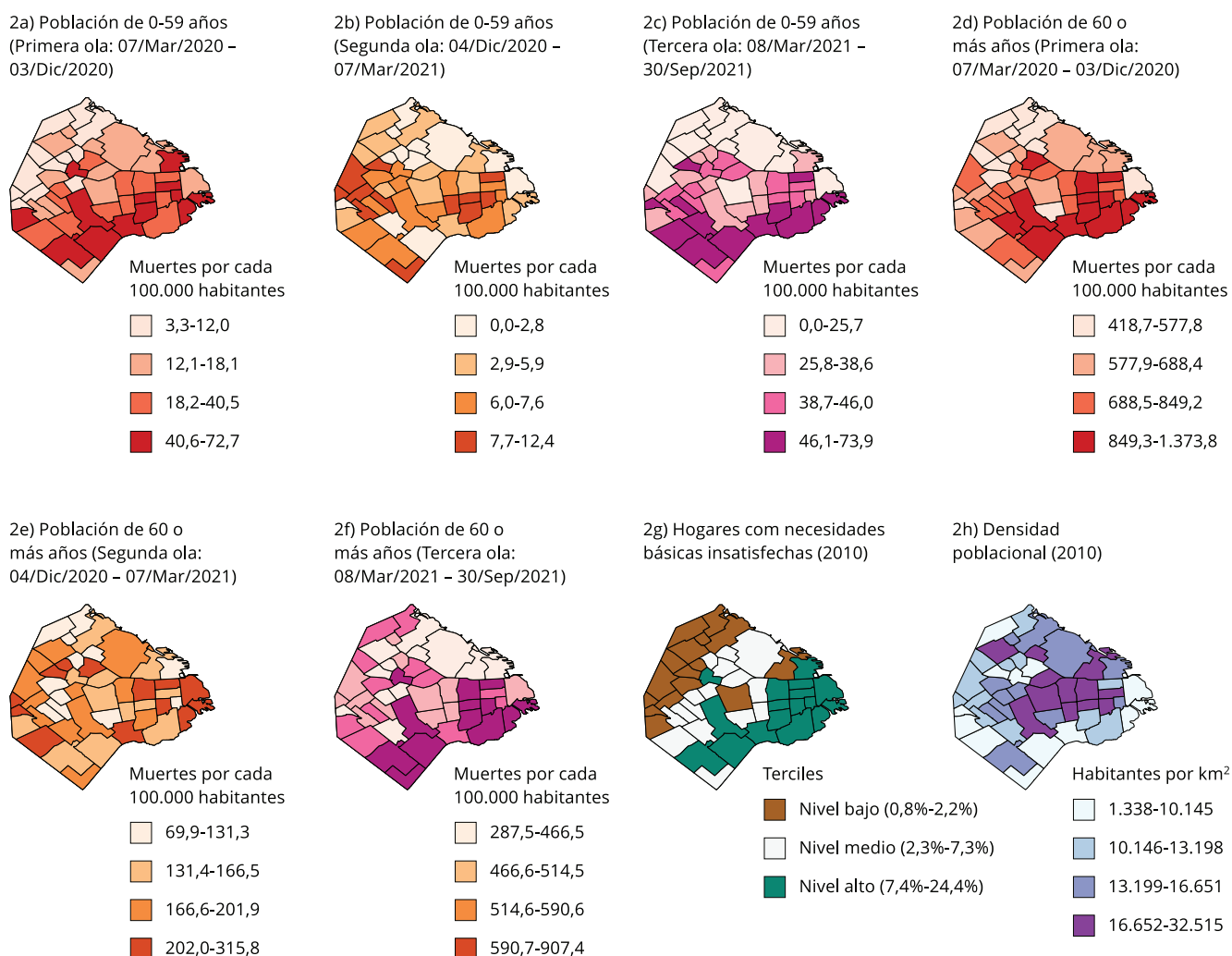
Nota: la línea negra indica la media móvil de muertes de 7 días.

Entre el 7 de marzo de 2020 y el 30 de septiembre de 2021 se notificaron 11.492 muertes por COVID-19 en residentes de la CABA, de las cuales 5.611 correspondieron a la primera ola, 1.276 a la segunda ola y 4.605 a la tercera ola. La primera ola tuvo un 89% de muertes de 60 o más años, la segunda ola tuvo un 91% y la tercera ola tuvo un 81%. La Figura 2 muestra la distribución geográfica de las tasas de mortalidad por COVID-19 en ambos grupos etarios y en cada ola de propagación. Durante la primera ola se observó una concentración de tasas de mortalidad altas, en ambos grupos etarios, principalmente en la mitad sur de la CABA. En cambio, durante la segunda ola no se observó un patrón espacial definido (Figura 2). Durante la tercera ola se observó una distribución geográfica similar a la de la primera ola. Los porcentajes altos de hogares con necesidades básicas insatisfechas se concentraron en el sur de la CABA, indicando asociación espacial con las tasas de mortalidad durante la primera y tercera olas, mientras que los valores altos de densidad poblacional se concentraron en el centro de la CABA, sin indicar asociación espacial con las tasas en las tres olas (Figura 2).

Con respecto a los análisis de regresión, se encontraron los valores más bajos de WAIC para los modelos "BYM2", con respecto a los modelos "iid" (Tabla 1), lo que sugiere un mejor ajuste de los modelos espaciales. Las diferencias geográficas observadas entre las tres olas de propagación se vieron reflejadas en las desigualdades socioeconómicas de la mortalidad. Durante las olas primera y tercera, tanto en población de 0-59 años, como en población de 60 o más años, los barrios del tercil con mayores porcentajes de hogares con necesidades básicas insatisfechas tuvieron un riesgo mayor de mortalidad por COVID-19, en comparación a los barrios del tercil con menores porcentajes de hogares con necesidades básicas insatisfechas, ajustando por la densidad poblacional (Figura 3). Durante la primera ola, también se observaron desigualdades mayores en el grupo de 0-59 años con respecto a lo

Figura 2

Distribución geográfica de las tasas de mortalidad por COVID-19, de acuerdo a grupos etarios y tipo de ola, del porcentaje de hogares con necesidades básicas insatisfechas y la densidad poblacional en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.



Fuente: Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires.

encontrado en el grupo de 60 o más años. Durante la segunda ola, no se observaron diferencias de la mortalidad entre los terciles de necesidades básicas insatisfechas, en ambos grupos etarios. Durante la tercera ola, no hubo diferencias de la mortalidad entre los terciles de necesidades básicas insatisfechas medio y alto en población de 0-59 años, mientras que en población de 60 o más años no se encontraron diferencias en la mortalidad del tercil de bajo, con respecto al tercil medio (Figura 3). La densidad poblacional no mostró relación con la mortalidad por COVID-19, tanto en población de 0-59 años (primera ola: RR = 0,99, IC: 0,88-1,13; segunda ola: RR = 1,03, IC: 0,86-1,23), a excepción de la tercera ola (RR = 0,91, IC: 0,84-0,99), como en población de 60 o más años (primera ola: RR = 1,01, IC: 0,96-1,07; segunda ola: RR = 1,03, IC: 0,91-1,06; tercera ola: RR = 0,99, IC: 0,95-1,04).

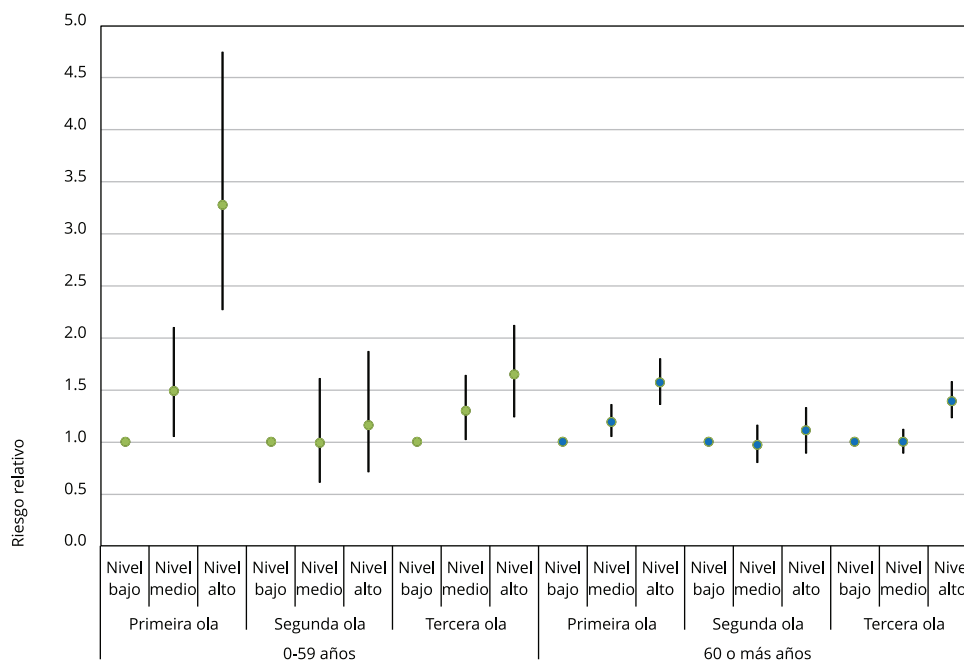
Tabla 1

Valores del criterio de información de Watanabe-Akaike (WAIC) en modelos con ("BYM2") y sin ("iid") efectos espacialmente estructurados. Buenos Aires, Argentina.

	Población de 0-59 años		Población de 60 o más años	
	Modelo "iid"	Modelo "BYM2"	Modelo "iid"	Modelo "BYM2"
Primera ola	266,01	248,45	376,91	369,85
Segunda ola	158,36	158,10	296,06	294,67
Tercera ola	277,30	266,85	355,20	347,42

Figura 3

Riesgos relativos de muerte por COVID-19 utilizando como referencia el tercil de nivel de pobreza bajo (barrios con porcentajes más bajos de hogares con necesidades básicas insatisfechas) *.



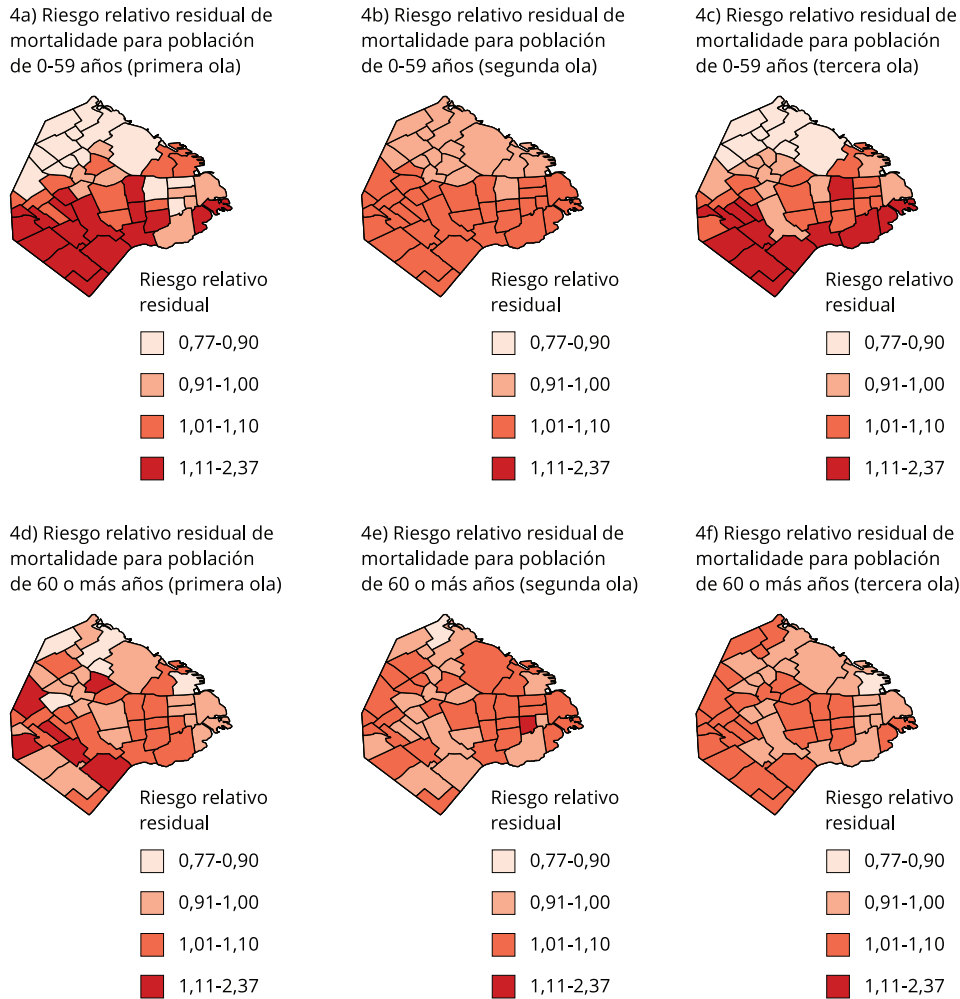
Nota: puntos verdes – población de 0-59 años; puntos azules – población de 60 o más años.

* Todos los modelos se ajustan por la densidad poblacional.

La Figura 4 muestra los riesgos relativos residuales de la mortalidad, luego de tomar en cuenta las variables independientes en los modelos, y las probabilidades posteriores de riesgo mayores a 1. Principalmente en la población de 0-59 años y durante las olas primera y tercera se observa una concentración de riesgos relativos altos de mortalidad en el sur de la CABA, aunque con un número más bajo de barrios con probabilidades posteriores altas (> 0,80) de riesgos mayores a 1 (Figura 4). Por último, se registraron valores más altos de la proporción de la varianza estructurada espacialmente en la población de 0-59 años y durante las olas primera y tercera (primera ola: 0,65; segunda ola: 0,39; tercera ola: 0,54), con respecto a la población de 60 o más años (primera ola: 0,30; segunda ola: 0,39; tercera ola: 0,42).

Figura 4

Distribución geográfica del riesgo relativo residual de mortalidad por COVID-19 (tras el ajuste por las variables independientes del modelo), y probabilidad posterior de riesgo > 1, por grupo de edad y tipo de ola. Buenos Aires, Argentina.



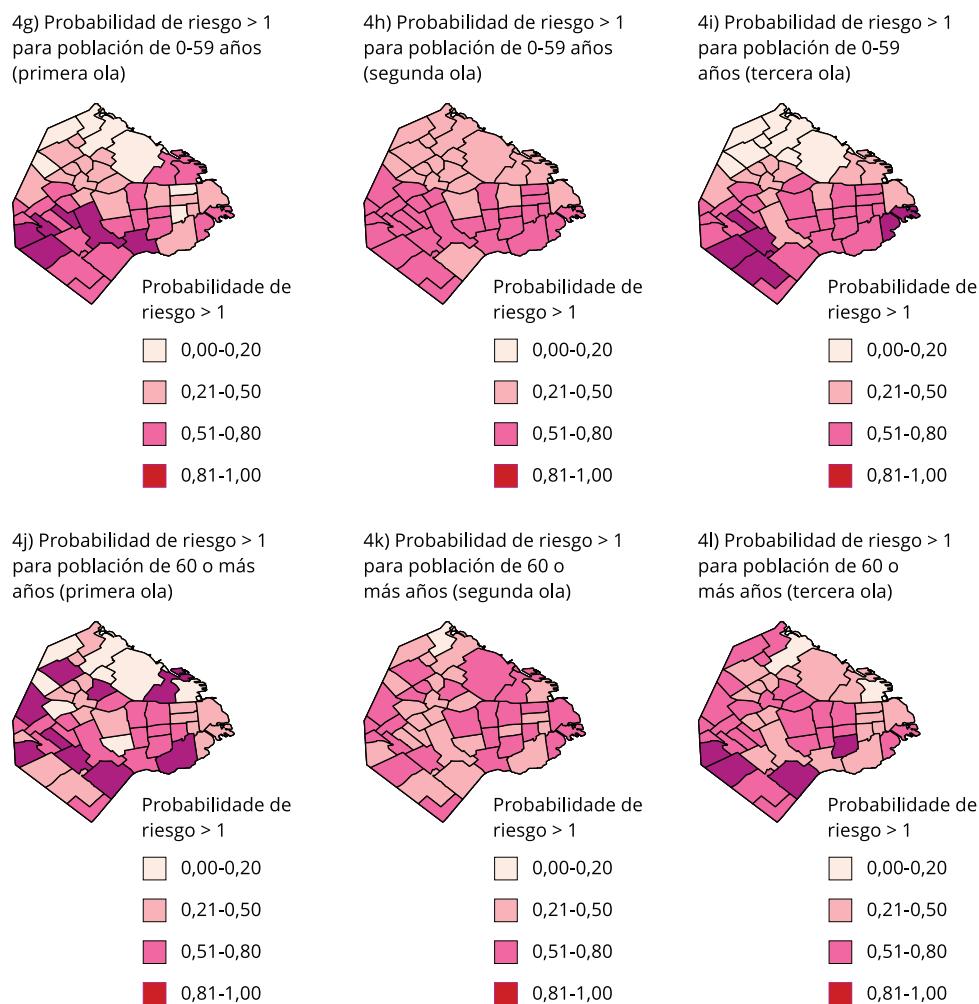
(continúa)

Discusión

En este estudio encontramos diferencias al comparar las desigualdades socioespaciales de la mortalidad por COVID-19 entre tres olas de propagación al interior de la CABA. Mientras en la primera ola de propagación encontramos un mayor riesgo de mortalidad en barrios con altos porcentajes de hogares con necesidades básicas insatisfechas, durante la segunda ola de propagación no hubo diferencias en el riesgo de mortalidad entre el tercil con valores bajos de necesidades básicas insatisfechas, comparado al tercil con valores altos de necesidades básicas insatisfechas. Durante la tercera ola pareció emerger un patrón geográfico similar al de la primera ola.

Durante la primera ola, el riesgo mayor de mortalidad en los barrios del tercil de nivel alto de pobreza pudo estar asociado en estos barrios a una prevalencia mayor de comorbilidades ²⁶ que

Figura 4 (continuación)



incrementan el riesgo de muerte por COVID-19 ²⁷. Por otro lado, las condiciones laborales de los habitantes de estos barrios pudieron haber colocado a esta población en una situación de mayor vulnerabilidad frente al contagio por COVID-19, con respecto a los habitantes de barrios de mayor nivel socioeconómico (barrios con porcentajes bajos de hogares con necesidades básicas insatisfechas). Los barrios de nivel socioeconómico bajo (barrios con porcentajes altos de hogares con necesidades básicas insatisfechas) concentran los mayores porcentajes de población residiendo en barriadas populares (villas, asentamientos y urbanizaciones informales), caracterizadas por porcentajes altos de población que trabaja por cuenta propia, en calificaciones ocupacionales operativas o no calificadas, y mayoritariamente insertos en la economía informal ²⁸. Estas condiciones laborales, sumadas a peores condiciones habitacionales en estas barriadas populares (hacinamiento, servicio sanitario compartido con otro hogar), podrían no haber permitido cumplir con las medidas de aislamiento social preventivo y obligatorio ²⁹ establecidas durante la primera ola, o cumplir con tareas laborales esenciales (industria, comercio y otros servicios) permitidas en el aislamiento social preventivo y obligatorio que aumentaron la probabilidad de contagio. En Brasil, se estimó que estos grupos ocupacionales podrían representar el mayor porcentaje de muertes por COVID-19 entre todos los grupos ocupacionales ³⁰.

Previo a la emergencia de la segunda ola, la seroprevalencia de COVID-19 fue estimada en un 42% en barriadas populares de la CABA, mientras que este porcentaje se redujo a un 10% para el total de la población de la CABA ³¹. Estos mayores niveles relativos de inmunidad en áreas pertenecientes al tercil de nivel alto de pobreza podrían explicar parcialmente la ausencia de relación entre esta variable y la mortalidad durante la segunda ola. Sin embargo, durante la segunda ola no se encontró un patrón espacial marcado de mortalidad alta en la zona norte de la CABA, coincidente con las zonas de mortalidad baja durante la primera ola. Es posible que las estrategias de prevención a nivel individual en aquellos grupos vulnerables a una probabilidad alta de muerte se hayan mantenido, durante los meses posteriores a la primera ola, de manera homogénea en toda la CABA.

Luego, durante la tercera ola, las desigualdades socioespaciales de la mortalidad mostraron similitud con las desigualdades de la primera ola. Con respecto a la mortalidad de población de 0-59 años, si bien tanto en la primera como en la tercera ola, fue más alta en barrios de menor nivel socioeconómico, con respecto a los barrios de mejor nivel socioeconómico, esta brecha de mortalidad disminuyó en la tercera ola. Una posible explicación está relacionada a los cambios en la movilidad poblacional durante la pandemia. Si bien hubo un aumento paulatino de la movilidad poblacional en la CABA durante las primeras dos olas, y luego una baja de la movilidad al comienzo de la tercera ola, los niveles de movilidad parecen ser más bajos en las comunas del sur de la ciudad, con respecto a las comunas del norte, de mayor nivel socioeconómico ³². Si bien la población económicamente activa de los barrios de nivel socioeconómico medio y alto ha tenido mayor posibilidad de trabajar desde sus hogares, su mayor nivel de movilidad durante las segunda y tercera olas, con respecto a los barrios de nivel socioeconómico, pudo haber expuesto a esta población a una mayor probabilidad de contagio, en comparación a la primera ola. Este fenómeno, sumado a un posible mayor nivel de transmisibilidad de las variantes gamma y lambda durante la tercera ola, podría haber elevado la tasa de mortalidad en la población de 0-59 años residente en algunos barrios de nivel socioeconómico alto, bajando la brecha de mortalidad con respecto a los barrios de nivel socioeconómico bajo.

Además de la irrupción de las variantes gamma y lambda durante la tercera ola, otro factor distintivo de esta ola fue el inicio de la vacunación masiva contra el COVID-19 en la CABA. Si bien en el inicio de la tercera ola comenzó la vacunación contra COVID-19 en la población de 70 o más años, y a principios de junio poco más de 1 millón de personas de 60 o más años (más personal de salud, personal estratégico y población con condiciones de riesgo) contaba con una dosis aplicada ³³, todavía no se había iniciado la vacunación de la población menor de 60 años hacia principios de ese mes. El inicio de la vacunación masiva en adultos mayores podría ser uno de los factores detrás de las diferencias en las desigualdades socioespaciales de la mortalidad en esta población, entre las olas primera y tercera. El ritmo de vacunación en adultos mayores podría haber sido más bajo en los barrios del sur de la CABA, comparado a los restantes barrios de la ciudad. Lamentablemente, a nuestro conocimiento no hay información disponible sobre la aplicación de vacunas contra COVID-19 desagregada por barrios de la CABA. También se podría argumentar que la población adulta mayor de los barrios con mayores niveles de pobreza podría ser más vulnerable al presentar una mayor frecuencia de adultos mayores viviendo en hogares más numerosos y con población económicamente activa.

Este estudio presenta varias limitaciones. Primero, los resultados encontrados pueden estar influidos por la delimitación arbitraria de los barrios. Segundo, al contar solo con datos de mortalidad al nivel de barrios, no fue posible estimar el riesgo de mortalidad considerando áreas más pequeñas (radios o fracciones censales). Por último, no disponemos de información sobre prevalencia de comorbilidades en barrios de CABA, por lo que no pudimos establecer su nivel de asociación con la mortalidad por COVID-19.

En conclusión, la distribución socioespacial desigual de la mortalidad mostró variaciones entre las tres olas de propagación del virus en la CABA, indicando que la irrupción de las “variantes de preocupación” del COVID-19 retornarían a un patrón de mayor mortalidad en los barrios de nivel socioeconómico bajo, con respecto a los barrios de mejor nivel socioeconómico. En un contexto de desigual reparto de vacunas a escala mundial y de surgimiento de nuevas “variantes de preocupación”, los resultados obtenidos en este estudio indican la necesidad de aplicar políticas sociales, económicas y sanitarias focalizadas en barrios de nivel socioeconómico bajo del sur de la CABA.

Colaboradores

C. M. Leveau participó en la concepción y el diseño del estudio, análisis e interpretación de los datos, en la redacción del artículo y en la aprobación de la versión final del manuscrito. L. S. Bastos participó en el análisis e interpretación de los datos, en la revisión crítica del contenido intelectual del artículo, y aprobó la versión final del manuscrito.

Informaciones adicionales

ORCID: Carlos Marcelo Leveau (0000-0001-6240-9811); Leonardo Soares Bastos (0000-0002-1406-0122).

Agradecimientos

C. M. Leveau agradece a Betiana Menestrina por el apoyo brindado en la realización del estudio.

Referencias

1. World Health Organization. Coronavirus disease (COVID-19) dashboard. <https://covid19.who.int> (accedido el 14/Ago/2020).
2. Stier A, Berman M, Bettencourt L. COVID-19 attack rate increases with city size. *arXiv* 2020; 23 mar. <https://arxiv.org/abs/2003.10376>.
3. Albuquerque MV, Ribeiro LHL. Desigualdade, situação geográfica e sentidos da ação na pandemia da COVID-19 no Brasil. *Cad Saúde Pública* 2021; 36:e00208720.
4. Bermudi PMM, Lorenz C, Aguiar BS, Failla MA, Barrozo LV, Chiaravalloti-Neto FC. Spatiotemporal dynamic of COVID-19 mortality in the city of São Paulo, Brazil: shifting the high risk from the best to the worst socio-economic conditions. *Travel Med Infect Dis* 2021; 39:101945.
5. Mena G, Martinez PP, Mahmud AS, Marquet PA, Buckee CO, Santillana M. Socioeconomic status determines COVID-19 incidence and related mortality in Santiago, Chile. *Science* 2021; 372:eabg5298.
6. Silva J, Ribeiro-Alves M. Social inequalities and the pandemic of COVID-19: the case of Rio de Janeiro. *J Epidemiol Community Health* 2021; 75:975-9.
7. La Nación. Coronavirus en la Argentina: indicadores y cifras en tiempo real. <https://www.lanacion.com.ar/sociedad/en-detalle-infectados-fallecidos-coronavirus-argentina-nid2350330> (accedido el 28/Abr/2021).
8. Ministerio de Salud de la Ciudad de Buenos Aires. Situación epidemiológica. <https://www.buenosaires.gob.ar/coronavirus/datos/situacion-epidemiologica> (accedido el 25/Oct/2020).
9. Marí-Dell'Olmo M, Gotsens M, Pasarín MI, Rodríguez-Sanz M, Artazcoz L, Garcia de Olalla P, et al. Socioeconomic inequalities in COVID-19 in a European urban area: two waves, two patterns. *Int J Environ Res Public Health* 2021; 18:1256.
10. Golinelli D, Lenzi J, Adja KYC, Reno C, Sarmachi F, Fantini MP, et al. Small-scale spatial analysis shows the specular distribution of excess mortality between the first and second wave of the COVID-19 pandemic in Italy. *Public Health* 2021; 194:182-4.
11. Torres C, Debat H, Viegas M. Características biológicas de las variantes de SARS-CoV-2 de interés epidemiológico y su impacto sobre la eficacia y la efectividad vacunal. *SciELO Preprints* 2021; 2 sep. <https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.2886>.
12. Freitas ARR, Beckedorff OA, Cavalcanti LPG, Siqueira AM, Castro DB, Costa CF, et al. The emergence of novel SARS-CoV-2 variant P.1 in Amazonas (Brazil) was temporally associated with a change in the age and sex profile of COVID-19 mortality: a population based ecological study. *Lancet Reg Health Am* 2021; 1:100021.

13. World Health Organization. COVID-19 weekly epidemiological update, edition 58, 21 September 2021. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/345456> (accedido el 15/Dic/2021).
14. Buenos Aires Data. Casos COVID-19. <https://data.buenosaires.gob.ar/> (accedido el 04/Sep/2020).
15. Esteban P. Coronavirus: la CABA corrige "por goteo" el subregistro de muertes. Página 12 2020; 31 oct. <https://www.pagina12.com.ar/302829-coronavirus-la-caba-corrige-por-goteo-el-subregistro-de-muer>.
16. Kluge HHP. Statement – older people are at highest risk from COVID-19, but all must act to prevent community spread. <http://www.euro.who.int/en/health-topics/health-emergencies/coronavirus-covid-19/statements/statement-older-people-are-at-highest-risk-from-covid-19,-but-all-must-act-to-prevent-community-spread> (accedido el 20/May/2020).
17. Dirección General de Estadística y Censos. Proyecciones de población por comuna y sexo. Ciudad de Buenos Aires: años 2010/2025. <https://www.estadisticaciudad.gob.ar/eyc/?p=28146> (accedido el 28/Abr/2021).
18. Instituto Nacional de Estadística y Censos de la República Argentina. Necesidades básicas insatisfechas. <https://www.indec.gob.ar/indec/web/Nivel4-Tema-4-47-156> (accedido el 30/Nov/2021).
19. Fielding-Miller RK, Sundaram ME, Brouwer K. Social determinants of COVID-19 mortality at the county level. *PLoS One* 2020; 15:e0240151.
20. Fortaleza CMCB, Guimarães RB, Almeida GB, Pronunciante M, Ferreira CP. Taking the inner route: spatial and demographic factors affecting vulnerability to COVID-19 among 604 cities from inner São Paulo State, Brazil. *Epidemiol Infect* 2020; 148:e118.
21. Blangiardo M, Cameletti M, Baio G, Rue H. Spatial and spatio-temporal models with R-INLA. *Spat Spatiotemporal Epidemiol* 2013; 7:39-55.
22. Riebler A, Sørbye SH, Simpson D, Rue H. An intuitive Bayesian spatial model for disease mapping that accounts for scaling. *Stat Methods Med Res* 2016; 25:1145-65.
23. Besag J, York J, Mollié A. Bayesian image restoration, with two applications in spatial statistics. *Annals of the Institute of Statistical Mathematics* 1991; 43:1-20.
24. Watanabe S. A widely applicable Bayesian information criterion. *Journal of Machine Learning Research* 2013; 14:867-97.
25. R-INLA Project. Bym2 model for spatial effects. <https://inla.r-inla-download.org/r-inla.org/doc/latent/bym2.pdf> (accedido el 15/Dic/2021).
26. Fleischer NL, Roux AVD, Alazraqui M, Spinelli H. Social patterning of chronic disease risk factors in a Latin American city. *J Urban Health* 2008; 85:923.
27. Rearte A, Baldani AEM, Barbeira PB, Domínguez CS, Laurora MA, Pesce M, et al. Características epidemiológicas de los primeros 116 974 casos de COVID-19 en Argentina, 2020. *Rev Argent Salud Pública* 2020; 12:9.
28. Mazzeo V. Una cuestión urbana: las villas en la Ciudad. *Población de Buenos Aires* 2013; 10:73-81.
29. Argentina. Decreto 297/2020. DECNU-2020-297-APN-PTE – Disposiciones. Aislamiento social preventivo y obligatorio. *Boletín Oficial de la Republica Argentina* 2020; 19 mar.
30. Santos KOB, Fernandes RCP, Almeida MMC, Miranda SS, Mise YF, Lima MAG. Trabalho, saúde e vulnerabilidade na pandemia de COVID-19. *Cad Saúde Pública* 2020; 36:e00178320.
31. Dirección General de Estadística y Censos. Encuesta de seroprevalencia de COVID-19. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Ministerio de Hacienda; 2020.
32. Altube FR, Bouret G, Arambillet D. Monitor de movilidad: así es la circulación de los ciudadanos desde el inicio de la cuarentena. <https://www.lanacion.com.ar/sociedad/monitor-movilidad-asi-es-circulacion-ciudadanos-inicioid2426476/> (accedido el 15/Dic/2021).
33. Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. La Ciudad superó el millón de vacunados y avanza con el empadronamiento para las personas de 50 a 54 años. <https://www.buenosaires.gob.ar/laciudad/noticias/la-ciudad-ya-supero-el-millon-de-vacunados-y-avanza-con-el-empadronamiento-para> (accedido el 13/Dic/2021).

Abstract

The study aimed to analyze the socio-spatial differences in COVID-19 mortality in the pandemic's three waves in the city of Buenos Aires, Argentina. COVID-19 mortality data were obtained from the COVID-19 Database and reported by the Buenos Aires Autonomous Government from March 7, 2020, to September 30, 2021. Three waves were identified: the first from March to December 2020, the second from December 2020 to March 2021, and the third from March to September 2021. Multivariate regressions were calculated for each wave to analyze the association between risk of COVID-19 mortality in two age groups (0-59 years and 60 years or older) and the percentage of households with unmet basic needs as indicator of neighborhood poverty level, and population density. During the first wave and in both age groups, the neighborhood in the tertile with the highest percentages of households with unmet basic needs showed higher risk of COVID-19 mortality when compared to neighborhoods in the tertile with the lowest percentages of households with unmet basic needs. These inequalities disappeared in the second wave in both age groups, while the third wave saw a similar geographic pattern to the first wave. Higher levels of immunity in neighborhoods with high poverty levels might partially explain the absence of socio-spatial inequalities in the second wave, while the emergence of the gamma and lambda variants could partially explain the return to inequalities observed in the first wave.

COVID-19; Mortality; Socioeconomic Factors; Spatial Analysis

Resumo

A proposta era investigar as diferenças nas desigualdades socioespaciais da mortalidade por COVID-19 entre três ondas de propagação do vírus na Cidade Autônoma de Buenos Aires, Argentina. Os dados de mortalidade por COVID-19 foram obtidos a partir da base de dados dos casos de COVID-19 informados pelo governo da Cidade Autônoma de Buenos Aires, do dia 7 de março de 2020, até 30 de setembro de 2021. Foram identificadas três ondas: a primeira, entre os meses de março e dezembro de 2020, a segunda, entre dezembro e março de 2021, e a terceira, entre março e setembro de 2021. Para cada uma delas, foram calculadas regressões multivariadas, visando analisar a associação entre o risco de mortalidade por COVID-19 em dois grupos etários (0-59 anos e 60 anos ou mais), e o percentual de domicílios com necessidades básicas não atendidas, como indicador do nível de pobreza dos bairros, e a densidade populacional. Durante a primeira onda e em ambos grupos etários, os bairros do tercil com maiores percentuais de domicílios com necessidades básicas não atendidas apresentaram um risco maior de mortalidade por COVID-19 na comparação com os bairros do tercil com menores taxas de domicílios com necessidades básicas não atendidas. Estas desigualdades desapareceram durante a segunda onda nos dois grupos etários, ao passo que, na terceira onda parece ter emergido um padrão geográfico similar ao da primeira onda. Maiores níveis de imunidade em bairros com altas taxas de pobreza poderiam explicar parcialmente a ausência de desigualdades socioespaciais durante a segunda onda, sendo que a irrupção das variantes gama e lambda poderia explicar parcialmente a volta para as desigualdades observadas na primeira onda.

COVID-19; Mortalidade; Fatores Socioeconômicos; Análise Espacial

Recibido el 01/Jul/2021
 Versión final presentada el 08/Feb/2022
 Aprobado el 10/Feb/2022