

Original

# Magnitud de los determinantes sociales en el riesgo de mortalidad por tuberculosis en el Centro-Oeste de Brasil



Josilene Dália Alves<sup>a,\*</sup>, Luiz Henrique Arroyo<sup>a</sup>, Marcos Augusto Moraes Arcoverde<sup>a</sup>, Denisse Cartagena-Ramos<sup>a</sup>, Thais Zamboni Berra<sup>a</sup>, Luana Seles Alves<sup>a</sup>, Antônio Carlos Vieira Ramos<sup>a</sup>, Miguel Fuentealba-Torres<sup>a</sup>, Ivaneliza Simionato de Assis<sup>a</sup>, Regina Célia Fiorati<sup>b</sup>, Carla Nunes<sup>c</sup> y Ricardo Alexandre Arcêncio<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Departamento Materno-Infantil y Salud Pública, Escuela de Enfermería de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, Brasil

<sup>b</sup> Departamento de Ciências de la Salud, Facultad de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, Brasil

<sup>c</sup> Escola Nacional de Salud Pública, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, Portugal

## INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

*Historia del artículo:*

Recibido el 3 de junio de 2018

Aceptado el 3 de enero de 2019

On-line el 14 de marzo de 2019

*Palabras clave:*

Tuberculosis

*Mycobacterium tuberculosis*

Determinantes sociales en salud

Mortalidad

Brasil

## R E S U M E N

**Objetivo:** Evaluar la magnitud de los determinantes sociales en áreas de riesgo para la mortalidad por tuberculosis en una ciudad de alta incidencia de esta enfermedad.

**Método:** Estudio ecológico que recogió los casos de muerte por tuberculosis registrados entre 2006 y 2016 en la capital del Estado de Mato Grosso (Brasil). Los determinantes sociales se obtuvieron de las Unidades de Desarrollo Humano. Se utilizó la estadística de barrido para identificar las áreas de riesgo de muerte por tuberculosis. Se realizó un análisis de componentes principales para identificar dimensiones de determinantes sociales, y se aplicó regresión logística múltiple para verificar asociaciones entre las dimensiones de los determinantes sociales y el riesgo de muerte por tuberculosis. El error estándar se estableció en un 5% para todas las pruebas estadísticas.

**Resultados:** Se registraron 225 muertes por tuberculosis en el periodo, distribuidas heterogéneamente en el espacio. Se identificó un conglomerado de riesgo para la mortalidad por tuberculosis, con un riesgo relativo de 2,09 (intervalo de confianza del 95% [IC95%]: 1,48-2,94; p=0,04). Los determinantes sociales «bajo nivel escolar» y «pobreza» se mostraron asociados al riesgo de muerte por tuberculosis (*odds ratio* [OR]: 2,92; IC95%: 1,17-7,28). La renta presentó asociación negativa con el riesgo de muerte por tuberculosis (OR: 0,05; IC95%: 0,00-0,70). El valor de la curva ROC del modelo fue del 92,1%.

**Conclusiones:** Los resultados confirman que el riesgo de muerte por tuberculosis es un problema asociado a los determinantes sociales. Las políticas de salud y los programas de protección social pueden contribuir a enfrentarse a este problema.

© 2019 SESPAS. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## Magnitude of social determinants in the risk of death from tuberculosis in Central-west Brazil

### A B S T R A C T

**Objective:** To evaluate the magnitude of social determinants in areas of risk of mortality due to tuberculosis in a high incidence city.

**Method:** Ecological study, which recruited the cases of tuberculosis deaths registered between 2006 and 2016 in the capital of Mato Grosso-Brazil. The social determinants were obtained from the Human Development Units. Sweep statistics were used to identify areas of risk of mortality due to tuberculosis. Principal component analysis was carried out to identify dimensions of social determinants. Multiple logistic regression was applied to verify associations between the dimensions of social determinants and the risk of mortality from tuberculosis. A 5% error was fixed. The standard error was established at 5% for all statistical tests.

**Results:** A total of 225 deaths due to tuberculosis were registered in the period, distributed heterogeneously in the space. A cluster of risk for tuberculosis mortality was identified, with RR = 2.09 (95%CI: 1.48-2.94; p = 0.04). Social determinants, low educational level and poverty were associated with the risk of mortality due to tuberculosis (OR: 2.92; 95%CI: 1.17-7.28). Income had a negative association with the risk of mortality due to tuberculosis (OR: 0.05; 95%CI: 0.00-0.70). The value of the ROC curve of the model was 92.1%.

*Keywords:*

Tuberculosis

*Mycobacterium tuberculosis*

Social determinants of health

Mortality

Brazil

\* Autora para correspondencia.

Correo electrónico: [josilenedalia@usp.br](mailto:josilenedalia@usp.br) (J.D. Alves).

**Conclusions:** The results confirmed that the risk of mortality due to tuberculosis is a problem associated with social determinants. Health policies and social protection programmes can collaborate to address this problem.

© 2019 SESPAS. Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## Introducción

La tuberculosis, a pesar de ser evitable y curable, es una de las principales causas de muerte en el mundo, pues supera incluso la suma de las tasas de mortalidad del virus de la inmunodeficiencia humana (VIH) y de la malaria<sup>1</sup>. La Organización Mundial de Salud (OMS), mediante la estrategia *End TB*, ha propuesto la meta de reducir la mortalidad mundial por tuberculosis hasta el año 2035, y eliminar esta enfermedad en el año 2050<sup>1</sup>.

Estas metas imponen una reestructuración en las estrategias de salud, principalmente en los países que componen el *High Burden Countries* de los países denominados BRICS (Brasil, Rusia, India, China y África del Sur), debido a que representan la mayor carga de tuberculosis en el mundo<sup>1</sup>. Brasil ocupa la vigésima posición mundial en número de casos de tuberculosis y la decimonovena en coinfección de tuberculosis y VIH<sup>1</sup>.

Mato Grosso destaca como uno de los Estados con mayor número de casos de tuberculosis en Brasil; en el año 2016, la incidencia fue de 33,5 casos por cada 100.000 habitantes, con 2,1 muertes por tuberculosis por 100.000 habitantes<sup>2</sup>. En la capital de Mato Grosso, la situación de la tuberculosis es más grave, con una incidencia de 59,5 casos por 100.000 habitantes, una tasa de mortalidad de 3,6 muertes por 100.000 habitantes y una letalidad del 16,71%<sup>2</sup>. Es pertinente considerar que la insuficiente notificación de casos aún es un problema en esta región<sup>3</sup>.

Según los modelos matemáticos y los estudios observacionales, la desigualdad social en salud es un agravante de la situación epidemiológica de la tuberculosis en Brasil<sup>4,5</sup>. Los estudios que investigan el impacto de las desigualdades sociales en la tuberculosis son imprescindibles para mejorar la comprensión de la causalidad de los factores que interfieren en esta enfermedad<sup>6</sup>.

El estudio de los determinantes sociales contribuye al análisis de la situación de salud de la población de forma integral, y facilita el desarrollo de medidas preventivas adecuadas para el avance progresivo hacia la universalidad del acceso a la salud y el éxito de iniciativas intersectoriales<sup>6</sup>.

Los estudios brasileños confirman que algunos determinantes sociales están relacionados con el aumento de la incidencia de tuberculosis<sup>7</sup>, la coinfección por tuberculosis y VIH<sup>8</sup>, y el abandono del tratamiento<sup>9</sup>. Sin embargo, en pocos casos se han explorado los determinantes sociales relacionados con la mortalidad por tuberculosis<sup>10,11</sup>. En Brasil, algunas muertes por tuberculosis se han relacionado con dificultades en el acceso a los servicios de salud, con la baja calidad en el diagnóstico, con el tratamiento inadecuado y con el abandono del tratamiento<sup>12</sup>. Este estudio tuvo por objetivo evaluar la magnitud de los determinantes sociales en las áreas de riesgo de muerte por tuberculosis en una ciudad de alta incidencia de esta enfermedad.

## Método

### Diseño y lugar del estudio

El presente estudio ecológico se desarrolló en Cuiabá, capital del Estado de Mato Grosso, en el Centro-Oeste de Brasil (fig. 1). La ciudad tiene un área de 3552,82 km<sup>2</sup> y una densidad demográfica de 155,19 habitantes por km<sup>2</sup>, con una población estimada de 551.098

habitantes y una concentración del 98,13% en el área urbana. En 2010, el índice de desarrollo humano municipal fue de 0,785, y el índice de Gini fue de 0,59<sup>13</sup>.

### Población de estudio y fuentes de información

La población estuvo conformada por los casos de muerte por tuberculosis como diagnóstico principal, según los criterios diagnósticos del Código Internacional de Enfermedades 10.<sup>a</sup> edición (CIE-10) (A15.0 a A19.9)<sup>14</sup>, registrados en la zona urbana de la capital de Mato Grosso entre los años 2006 y 2016. Se excluyeron de la muestra los casos de muerte por tuberculosis como diagnóstico secundario. Los datos se obtuvieron del Sistema de Información sobre Mortalidad y del Departamento de Vigilancia en Salud de la Secretaría Municipal de Salud de Cuiabá.

Las unidades de análisis estuvieron constituidas por unidades de desarrollo humano, que son áreas localizadas en el interior de una región metropolitana y se encuentran conformadas por zonas con un mínimo de 400 domicilios particulares permanentes, y son construidas a partir de las características socioeconómicas de un barrio, parte de un barrio o un municipio<sup>15</sup>.

En relación con la raza, se adoptó la definición del Instituto Brasileiro de Geografía y Estadística, que establece que la raza de la población brasileña se conforma por estas categorías: blancos, negros, mestizos, amarillos e indígenas<sup>13</sup>. Es importante destacar que la raza mestiza se refiere al mestizaje entre personas de raza blanca y negra<sup>13</sup>.

Se construyeron los determinantes sociales contemplando las dimensiones de renta, escolaridad y pobreza, a partir de variables contenidas en el Atlas de Desarrollo Humano de Brasil<sup>15</sup> (tabla 1).

### Georreferencia de las muertes por tuberculosis

Las muertes por tuberculosis fueron georreferenciadas a partir de las coordenadas geográficas (latitud y longitud) de las direcciones residenciales de las personas fallecidas. Se utilizó el *software* de acceso libre Google Earth<sup>®</sup> para la localización de las direcciones y Terra View 4.2.2 para georreferenciarlas, y se hizo *shape* de puntos para cada dirección. Los casos de muerte se distribuyeron espacialmente en un mapa temático a través de la malla digital de unidades de desarrollo humano, en la extensión *Shapefile* disponible en el Atlas de Desarrollo Humano de Brasil<sup>15</sup>. Los casos sin dirección o incompletos fueron excluidos.

### Análisis estadístico

Los datos se almacenaron utilizando Microsoft Excel 2016. Se realizó un análisis descriptivo de las variables sociodemográficas y los resultados se presentaron como frecuencias absolutas y porcentajes.

Se identificaron las agrupaciones de riesgo (*clusters*) para mortalidad por tuberculosis utilizando la estadística de barradura propuesta por Kulldorff y Nagarwalla<sup>16</sup>, basada en la razón de la máxima verosimilitud entre las áreas. La técnica de análisis por *clusters* se llevó a cabo mediante el posicionamiento de un radio variable en torno a un centroide, calculando el número de ocurrencias dentro del radio.

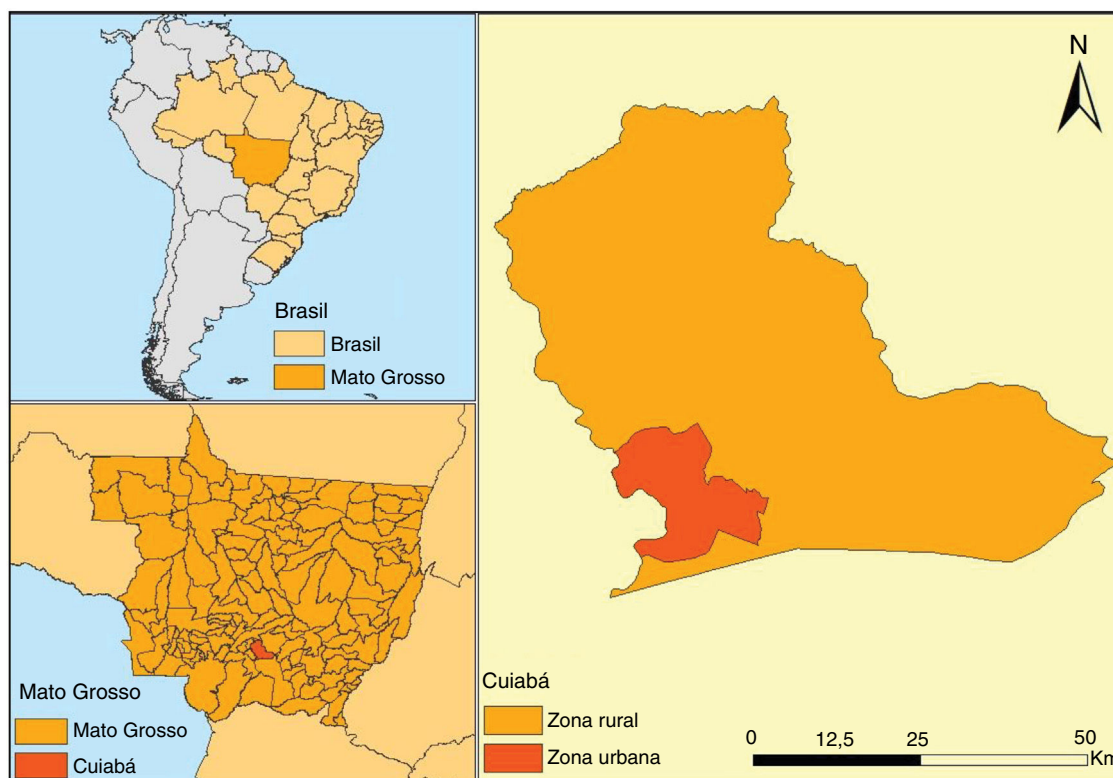


Figura 1. Localización geográfica del área de estudio. Cuiabá, Mato Grosso, Brasil.

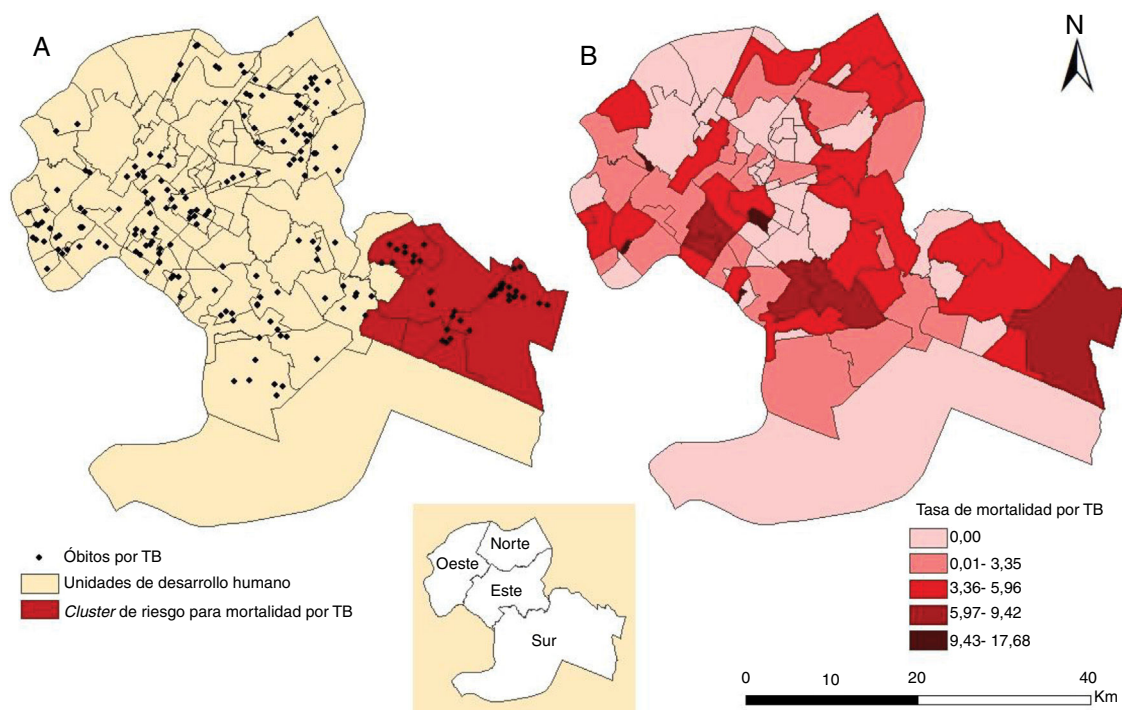
Tabla 1  
Variables originales investigadas. Cuiabá, Mato Grosso, Brasil

Dimensión	Variable	Definición
Renta domiciliaria	Renta domiciliaria per cápita del quintil más pobre	Promedio de la renta domiciliaria per cápita de los individuos pertenecientes al quintil más pobre de la distribución de individuos, según la renta domiciliaria per cápita. Valores reales 1/8/2010
	Renta domiciliaria per cápita media del quintil más rico	Promedio de renta domiciliaria per cápita de los individuos pertenecientes al quintil más rico de la distribución de individuos, según la renta domiciliaria per cápita. Valores reales 1/8/2010
Pobreza	Porcentaje de renta total apropiada por el 20% de la población con mayor renta domiciliaria per cápita	Porcentaje de renta total apropiada por los individuos pertenecientes al quintil más rico de la distribución de individuos, según la renta domiciliaria per cápita. El universo de individuos es limitado a aquellos que viven en domicilios particulares permanentes
	Proporción de vulnerables a la pobreza	Proporción de individuos con renta domiciliaria per cápita $\leq$ R\$ 255,00 mensuales (valor en reales, agosto de 2010), equivalente a la mitad del salario mínimo en esa fecha. El universo de individuos es limitado a aquellos que viven en domicilios particulares permanentes
Escolaridad	Proporción de pobreza extrema	Proporción de individuos con renta domiciliaria per cápita $\geq$ R\$ 70,00 mensuales (valor en reales de agosto de 2010). El universo de individuos es limitado a aquellos que viven en domicilios particulares permanentes
	Tasa de analfabetismo de la población de 25 años o más	Razón entre la población de 25 años o más que no saben leer o escribir una nota simple y el total de personas en este grupo multiplicado por 100
	Porcentaje de personas que viven en domicilios en los que ningún residente tiene enseñanza básica completa	Razón entre las personas que viven en domicilios en que ninguno de los moradores tiene enseñanza básica completa y la población total residente en domicilios particulares permanentes multiplicado por 100
	Porcentaje de personas en domicilios vulnerables a la pobreza y en los que ningún residente tiene enseñanza básica completa	Porcentaje de personas que viven en domicilios vulnerables a la pobreza (con renta per cápita inferior a la mitad del salario mínimo de agosto de 2010) y en los que ningún residente tiene enseñanza básica completa. Se consideran solo los domicilios particulares permanentes

Fuente: elaboración de los autores a partir del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (2013).

Se identificaron áreas de riesgo espacial utilizando el modelo de distribución de probabilidad de Poisson. Para este análisis se usó el software SaTScan versión 9.5. Se consideraron como *clusters* de riesgo los conglomerados con el 50% de la población expuesta a muerte por tuberculosis, con replicación de Monte Carlo con 999 repeticiones<sup>16</sup>.

La tasa media anual de mortalidad se calculó a partir de la razón entre la suma de las muertes registradas y la población de cada unidad de desarrollo humano. Posteriormente, se multiplicó el resultado por 100.000 y luego por 1/11, referente a los años de estudio.



**Figura 2.** A) Distribución espacial de los casos de muerte y área de riesgo para la mortalidad por tuberculosis. B) Distribución espacial de las tasas de mortalidad por tuberculosis en Cuiabá, Mato Grosso, Brasil (2006-2016). TB: tuberculosis.

Los determinantes sociales se identificaron a partir del análisis de componentes principales utilizando los siguientes criterios: número de observaciones superior a 50, test de Kaiser-Meyer-Olkin con adecuación mínima de 0,50 y prueba de esfericidad de Bartlett con  $p < 0,05$ <sup>17</sup>. Para la definición del número de dimensiones de los determinantes sociales se consideró el criterio de varianza total explicada  $> 70\%$ .

El método de extracción de componentes principales se hizo por medio de rotación ortogonal Varimax, con normalización de Kaiser para maximizar la variación entre los pesos de cada componente. Los criterios de selección de los componentes principales fueron autovalores (*eigenvalues*) superiores a 1.

Para identificar los determinantes sociales asociados a las áreas críticas de riesgo de muerte por tuberculosis, las áreas fueron clasificadas como de riesgo (1) o sin riesgo (0). Estas áreas fueron las variables dependientes del estudio, y las dimensiones de los determinantes sociales fueron las variables independientes. Se usó regresión logística binaria para verificar asociaciones entre las variables adoptando el procedimiento *stepwise-forward* basado en la razón de verosimilitud, y los resultados se presentaron como *odds ratios* (OR) con sus intervalos de confianza del 95% (IC95%).

El coeficiente de Nagelkerke- $R^2$  evidenció el porcentaje de variaciones ocurridas en el logaritmo de la razón de probabilidades, y se aplicó el test de Hosmer y Lemeshow para estimar la calidad del ajuste del modelo. Adicionalmente, se construyó la curva ROC (*Receiver Operating Characteristic*) para verificar la capacidad explicativa de las dimensiones de los determinantes sociales en el modelo. El error estándar se estableció en el 5% ( $p < 0,05$ ) como estadísticamente significativo para todas las pruebas. El análisis estadístico se realizó con el *software* SPSS versión 20.0, y los mapas temáticos se elaboraron con el *software* ArcGis versión 10.5.

#### Aspectos éticos

En conformidad con las Directrices y Normas Regulatoras de Investigación en Seres Humanos establecidas en la resolución

466/2012, el proyecto de investigación fue aprobado por el Comité de Ética de la EERP/USP (n°66365517.5.0000.5393).

#### Resultados

Se recogieron 225 casos de muerte por tuberculosis registrados en la capital de Mato Grosso, en el Centro-Oeste de Brasil. De estos, 12 (5,4%) fueron excluidos por errores en el registro de dirección y 5 (2,2%) por ausencia de direcciones en la declaración de fallecimiento. Se contó con una muestra total de 208 casos georreferenciables que residían en la zona urbana.

En cuanto a las características individuales, la mayoría de las muertes por tuberculosis ocurrieron en hombres (165, 73,3%) y en personas de raza mestiza (155, 68,9%). La edad mínima fue de 9 meses y la edad máxima fue de 94 años, con un promedio de  $58,16 \pm 17,8$  años y una mediana de 59 años. El 44,9% (101) eran individuos solteros y el 20,0% (45) no tenía escolaridad. La tuberculosis pulmonar fue la forma clínica predominante (175, 77,8%).

Las tasas de mortalidad para los grupos poblacionales fueron, en los hombres, de 5,6 muertes por 100.000 habitantes; en las mujeres, de 1,9 muertes por 100.000 habitantes; en personas de raza mestiza, de 4,7 muertes por 100.000 habitantes; en personas de raza negra, de 3,4 muertes por 100.000 habitantes; y en personas de raza blanca, de 2,0 muertes por 100.000 habitantes.

En la **figura 2 A** se muestra la distribución espacial de los casos de muerte por tuberculosis, en la que el área destacada en rojo representa el área de riesgo de muerte por tuberculosis (riesgo relativo: 2,09; IC95%: 1,48-2,94;  $p = 0,04$ ). En la **figura 2 B** puede verse la distribución espacial de las tasas de mortalidad por tuberculosis en el municipio, evidenciando las áreas con tasas superiores a 17 muertes por cada 100 habitantes.

En la **tabla 2** se presentan las dimensiones de los determinantes sociales identificados a partir de los resultados del análisis de componentes principales, según los criterios descritos. La dimensión 1 mostró un autovalor de 4,61, con una varianza total explicada del 57,63%. La dimensión 2 mostró un autovalor de 2,78, con

**Tabla 2**  
Matriz de las variables originales y las dimensiones de los determinantes sociales. Cuiabá, Mato Grosso, Brasil

Variables	Determinantes sociales	
	Dimensión 1	Dimensión 2
Proporción de vulnerables a la pobreza	0,979	0,057
Porcentaje de personas en domicilios vulnerables a la pobreza y en los que ninguno de los residentes tiene enseñanza básica completa	0,974	0,024
Porcentaje de personas que viven en domicilios en los que ninguno de los residentes tiene enseñanza básica completa	0,973	0,047
Proporción de pobreza extrema	0,924	0,026
Tasa de analfabetismo de la población de 25 años o más	0,904	0,084
Renta domiciliaria per cápita promedio del quintil más rico	0,027	0,983
Renta domiciliaria per cápita del quintil más pobre	0,033	0,983
Porcentaje de la renta total apropiada por el 20% de la población con mayor renta domiciliaria per cápita	0,086	0,955

Método de extracción: análisis de componentes principales. Método de rotación: Varimax con normalización de Kaiser. TB: tuberculosis.

una varianza total explicada del 34,77%. Las dimensiones 1 y 2 explicaron el 92,40% de la variabilidad de los datos. El test de Kaiser-Meyer-Olkin fue de 0,75 y el test de Bartlett arrojó un valor de  $p < 0,001$ .

La dimensión 1 consideró las variables de vulnerabilidad, población de extrema pobreza y analfabetismo, y la dimensión 2 consideró la variable de renta domiciliaria.

En la figura 3 se muestra la distribución espacial de las dimensiones de los determinantes sociales de la región estudiada. En la tabla 3 se detallan las dimensiones asociadas al riesgo de muerte por tuberculosis en el área urbana.

El modelo final indicó que la dimensión 1 estuvo asociada a un mayor riesgo de muerte por tuberculosis (OR: 2,92; IC95%: 1,17-7,28;  $p = 0,02$ ). En contraste, la dimensión 2 se asoció a un menor riesgo de muerte por tuberculosis (OR: 0,05; IC95%: 0,00-0,70;  $p = 0,03$ ).

El valor de la curva ROC de la dimensión 1 evidenció que la capacidad de discriminación del riesgo de muerte por tuberculosis es del 75,6%, y que al incorporar la dimensión 2, el valor de la capacidad de discriminación aumenta al 91,2%. El valor del coeficiente de Nagelkerke- $R^2$  fue de 0,36, y en el test de Hosmer y Lemeshow se obtuvo  $p = 0,996$ .

### Discusión

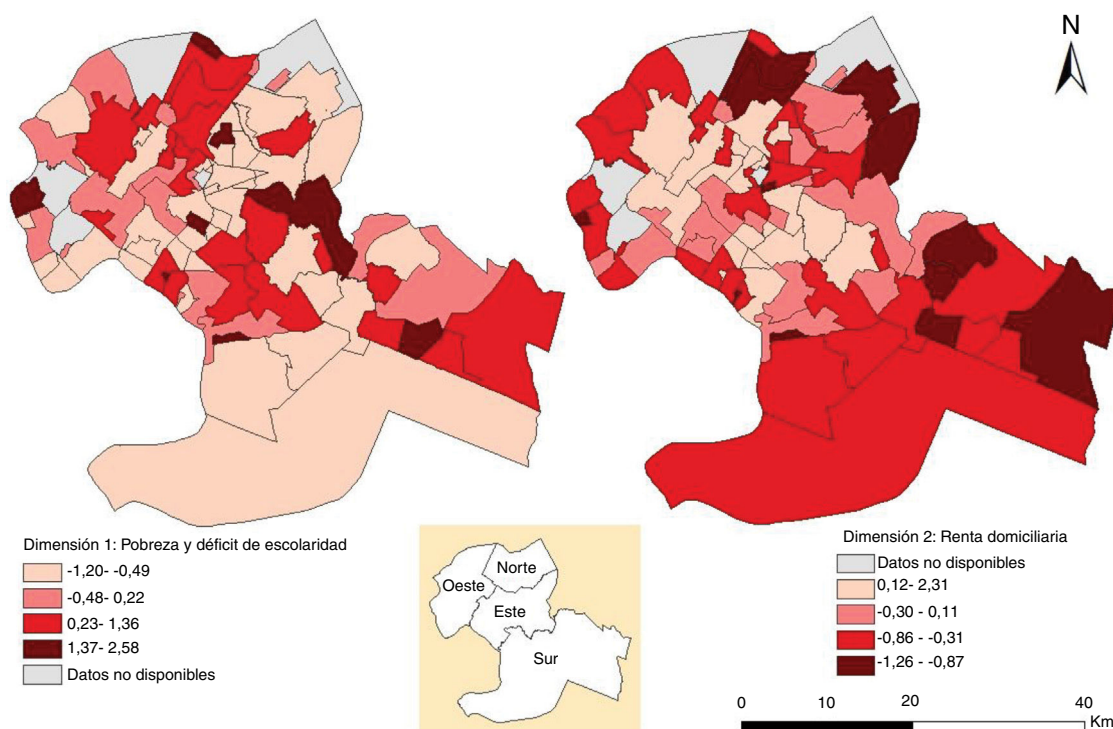
El estudio tuvo como objetivo evaluar la magnitud de los determinantes sociales en las áreas de riesgo de muerte por tuberculosis en una capital del Centro-Oeste brasileño. Se identificó un área de riesgo espacial, caracterizada por zonas con baja escolaridad y pobreza extrema, asociadas al riesgo de muerte por tuberculosis, y áreas con mayor renta per cápita asociadas a un efecto protector.

Según los datos sociodemográficos, los resultados fueron coherentes con el perfil de los óbitos por tuberculosis reportado en estudios anteriores, que igualmente evidenciaron una mayor tasa de muertes entre la población masculina de raza mestiza, de estado civil soltero, con edad avanzada y baja escolaridad<sup>10,11</sup>.

Los hombres comúnmente presentan menor cuidado de su salud, menos asistencia a los servicios de salud y una peor adhesión al tratamiento<sup>18</sup>, y en consecuencia una mayor vulnerabilidad a morir por tuberculosis.

La mayor frecuencia de muertes por tuberculosis en personas de raza mestiza puede estar relacionada con el predominio de esta raza en la población brasileña, con un 43,1% del total<sup>13</sup>.

La edad avanzada se identificó como un factor de riesgo para la mortalidad por tuberculosis, al igual que en otros estudios, debido



**Figura 3.** Determinantes sociales según las dimensiones en Cuiabá, Mato Grosso, Brasil (2006-2016).

**Tabla 3**

Análisis multivariado de los determinantes sociales asociados al riesgo de muerte por tuberculosis. Cuiabá, Mato Grosso, Brasil

	Dimensión de los determinantes	Coficiente	OR	(IC95%)	p	Curva ROC
Modelo 1	Dimensión 1	0,84	2,31	(1,06-5,05)	0,03	0,756
Modelo 2	Dimensión 1	1,07	2,92	1,17-7,28	0,02	0,912
	Dimensión 2	- 3,08	0,05	0,00-0,70	0,03	

IC: intervalo de confianza del 95%; OR: *odds ratio*; ROC: *Receiver Operating Characteristic*. Dimensión 1: pobreza y déficit de escolaridad. Dimensión 2: renta domiciliaria.

a la comorbilidad que este grupo presenta y a la mayor deficiencia inmunitaria<sup>19</sup>.

La baja escolaridad puede favorecer la ocurrencia de muertes por tuberculosis debido a que es un determinante que aumenta la vulnerabilidad social de la población<sup>20</sup>.

La Comisión de los Determinantes Sociales de la Salud de la OMS refuerza la relevancia de identificar los determinantes sociales para la equidad en salud y progreso en los países<sup>21</sup>. Nosotros hallamos que los determinantes sociales ejercen un efecto importante en la magnitud de la mortalidad por tuberculosis en la capital de Mato Grosso.

En nuestro estudio, la pobreza fue un determinante social fundamental para explicar el *cluster* de riesgo de muerte por tuberculosis. Según la OMS, la pobreza constituye un aspecto relevante para las políticas públicas, principalmente porque este grupo de personas concentra la mayor carga de tuberculosis y el más alto número de muertes por esta causa<sup>1</sup>. Los resultados de este estudio indican la necesidad de potenciar las políticas sociales para la disminución de los indicadores de pobreza en la capital de Mato Grosso.

Otro importante determinante social fue la renta domiciliaria, debido a que los resultados señalan que el incremento de la renta domiciliaria reduce el riesgo de muerte por tuberculosis. Se ha evidenciado que las áreas con mayor renta presentan mejores niveles de salud general y una baja mortalidad por tuberculosis<sup>11</sup>.

La baja renta y la pobreza son indicadores que están relacionados, aunque la pobreza no se restringe exclusivamente a la renta debido a que también se ve influida por las dimensiones política y cultural. La dimensión cultural envuelve la naturalización de la pobreza como una incapacidad innata del individuo para la movilidad de clase social; por otra parte, la población pobre suele estar desprovista del poder político y de la representación pública<sup>22</sup>. Nuestro estudio evidenció que la mortalidad por tuberculosis, principalmente en el área de riesgo, se encuentra relacionada con la pobreza, lo cual sugiere que las políticas sociales deberían estar dirigidas por este determinante.

La baja escolaridad fue otro determinante de predicción de la mortalidad por tuberculosis. En México, la población con 3 años o menos de estudios presentó hasta 3,3 veces más probabilidad de morir por tuberculosis<sup>20</sup>. En contraste, un mayor nivel educativo se ha asociado con una menor prevalencia de mortalidad por tuberculosis<sup>23</sup>. En Brasil, la inversión en educación tiene un impacto positivo en diversos aspectos sociales, así como en la disminución de la tuberculosis<sup>24</sup>. Países como Noruega, Finlandia y Suecia presentan indicadores de mortalidad por tuberculosis más bajos que otros países con menores niveles de educación y problemas de acceso a la educación<sup>25</sup>.

Los programas de control de la tuberculosis han avanzado incorporando tecnologías diagnósticas y tratamientos farmacológicos más eficientes, lo cual ha ayudado a combatir esta enfermedad<sup>1</sup>. En Brasil, el diagnóstico y el tratamiento de la tuberculosis son gratuitos, así como el diagnóstico y el tratamiento de las personas portadoras del VIH, que presentan un mayor riesgo de coinfección por tuberculosis. Sin embargo, el control de la tuberculosis es un

desafío para Brasil, lo que evidencia que se necesita una mayor inversión en el desarrollo de políticas sociales.

Los problemas sociales son un reflejo de las políticas públicas y perjudican los esfuerzos realizados hasta la actualidad<sup>1</sup>. Es preciso que en Brasil se continúe trabajando específicamente en el fortalecimiento de las acciones por las redes de protección social promovidas por la OMS<sup>1,26</sup>. Los datos de protección social, de la Organización Internacional del Trabajo, junto con los datos del Programa Mundial de Tuberculosis de la OMS, indican que el gasto público en protección social se asocia inversamente con la mortalidad por tuberculosis, y sugieren que un mayor gasto en protección social contribuye a reducir la mortalidad por tuberculosis<sup>27</sup>. Sin embargo, en la actualidad, Brasil atraviesa por una crisis política, fiscal y financiera que ha impulsado medidas de austeridad que afectan al sistema de protección social, y existe el riesgo de que se suspenda la financiación de estas políticas<sup>28,29</sup>.

Nuestro estudio indica que las acciones de protección social contribuyen a la disminución de la mortalidad por tuberculosis. En este sentido, se predice que por cada 100 dólares de gasto en acciones de protección social, el país reduce un 3,08% las muertes por tuberculosis por cada 100.000 habitantes<sup>30</sup>. Del mismo modo, la inversión del producto interior bruto en políticas de protección social se ha asociado con una disminución de las tasas de mortalidad por tuberculosis<sup>27</sup>.

Observamos que las políticas de protección social han tenido un impacto positivo para el control de la tuberculosis, al punto de ser reconocidas como un aspecto prioritario de mayor urgencia en comparación con la propia estrategia de tratamiento directamente observado de la tuberculosis<sup>31,32</sup>. Sin embargo, estas dos estrategias son sinérgicas y no es posible optar aisladamente por utilizar una de ellas; al contrario, las políticas deben ser desarrolladas en combinación, impulsando la incorporación de nuevas tecnologías para el diagnóstico y el tratamiento de la tuberculosis en contextos locales<sup>26</sup>.

Los resultados de este estudio refuerzan la necesidad de impulsar políticas sociales específicas para combatir la pobreza, y fortalecer los programas de transferencia de renta e inversión educativa de jóvenes y adultos. Estas políticas deben ser impulsadas en la capital de Mato Grosso, en especial en el área de riesgo identificada en nuestro estudio.

Aunque la mayoría de las muertes afectaron principalmente a hombres, en nuevos estudios ecológicos sería interesante comprobar la hipótesis planteada en estudios cualitativos sobre la existencia de diferencias entre los determinantes sociales y el sexo<sup>33,34</sup>, que no ha sido investigada en estudios epidemiológicos en Brasil. Creemos que son necesarios nuevos estudios para explorar otras causas de mayor mortalidad en las áreas de riesgo, como el acceso a los centros de salud, la calidad de los cuidados ofrecidos para los pacientes con tuberculosis y la presencia de redes de apoyo social o comunitario.

Entre las limitaciones del estudio destaca la utilización de fuentes de información secundaria, que no estuvieron exentas de datos incompletos. A pesar de esta limitación, el Sistema de Información sobre Mortalidad es considerada la fuente de referencia para la recolección de datos en Brasil<sup>35</sup>. También el Atlas de

Desarrollo Humano utilizado para la construcción de las dimensiones de los determinantes sociales es una fuente de datos fiable, con un riguroso sistema de evaluación conformado por comités especializados<sup>15</sup>. Otra limitación es que las muertes ocurridas por formas graves de tuberculosis no fueron verificadas. La distribución diferenciada de la mortalidad por tuberculosis para hombres y mujeres puede sugerir que los determinantes sociales asociados al riesgo son diferentes según el sexo, por lo que en estudios posteriores sería conveniente efectuar análisis separados por sexo.

En conclusión, nuestro estudio evidenció que la mortalidad por tuberculosis en la capital de Mato Grosso se encuentra asociada a los determinantes sociales de renta familiar, pobreza y bajo nivel de escolaridad. Las acciones de protección social dirigidas a mejorar los indicadores de estos determinantes pueden favorecer una disminución de la tasa de mortalidad por tuberculosis.

### ¿Qué se sabe sobre el tema?

La identificación de los determinantes sociales relacionados con la tuberculosis se ha limitado a la incidencia, la transmisión y el abandono del tratamiento. Este estudio avanza en la investigación de los determinantes de las muertes por esta enfermedad como uno de los principales desafíos para la eliminación de la tuberculosis.

### ¿Qué añade el estudio realizado a la literatura?

Este estudio identifica áreas críticas de riesgo de mortalidad por tuberculosis, así como la magnitud de los determinantes sociales asociados a este evento. Las políticas públicas de protección social que comprendan los determinantes sociales identificados pueden proporcionar resultados más efectivos en la reducción de las muertes por tuberculosis.

### Editor responsable del artículo

Enrique Castro Sánchez.

### Declaración de transparencia

La autora principal (garante responsable del manuscrito) afirma que este manuscrito es un reporte honesto, preciso y transparente del estudio que se remite a GACETA SANITARIA, que no se han omitido aspectos importantes del estudio, y que las discrepancias del estudio según lo previsto (y, si son relevantes, registradas) se han explicado.

### Contribuciones de autoría

El presente estudio fue un trabajo desarrollado por el grupo de investigación Estudios Epidemiológico-Operacionales en Tuberculosis (GEO-TB) y contó con la participación de investigadores especializados en el tema de determinantes sociales y en análisis espacial. J.D. Alves y R.A. Arcêncio participaron en la concepción y el diseño del estudio. J.D. Alves, R.A. Arcêncio, L.H. Arroyo, M.A.M. Arcoverde, L.S. Alves, T.Z. Berra, A.C.V. Ramos, I.S. Assis, C. Nunes, D. Cartagena-Ramos, M. Fuentealba-Torres y R.C. Fiorati participaron en la formulación del protocolo del estudio. L.S. Alves, T.Z. Berra, A.C.V. Ramos y I.S. Assis participaron en la recolección y la validación de datos, y en la elaboración de mapas temáticos. L.H. Arroyo, M.A.M. Arcoverde y C. Nunes participaron en el análisis estadístico

y la interpretación de datos. J.D. Alves, R.A. Arcêncio, D. Cartagena-Ramos, M. Fuentealba-Torres y R.C. Fiorati participaron el análisis del manuscrito y en el reporte de resultados. Todas las personas firmantes participaron en la elaboración del reporte final del estudio, consensuaron su contenido y aprobaron la versión final de este manuscrito.

### Agradecimientos

A la Secretaría Municipal de Salud de Cuiabá/Mato Grosso/Brasil por proporcionar los datos para esta investigación.

### Financiación

El estudio fue financiado por la Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) mediante el proceso 2015/17586-3, y por el Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) mediante los procesos 305236/2015-6 y 141716/2017-7.

### Conflictos de intereses

Ninguno.

### Bibliografía

1. World Health Organization. Global tuberculosis report 2017. Geneva: World Health Organization; 2017.
2. Secretaria de Vigilância em Saúde. Ministério da Saúde. Boletim Epidemiológico. Implantação do Plano Nacional pelo Fim da Tuberculose como Problema de Saúde Pública no Brasil: primeiros passos rumo ao alcance das metas. Brasil; 2018; 49. (Consultado el 14/7/2018.) Disponible en: <http://portal.arquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2018/marco/26/2018-009.pdf>
3. Romero ROG, Ribeiro CMC, Sá LDde, et al. Subnotificação de casos de tuberculose a partir da vigilância do óbito. Rev Eletrônica Enferm. 2016;18. <http://dx.doi.org/10.5216/ree.v18.37249>.
4. Bhunu CP, Mushayabasa S, Smith R. Assessing the effects of poverty in tuberculosis transmission dynamics. Appl Math Model. 2012;36:4173–85.
5. Harling G, Castro MC. A spatial analysis of social and economic determinants of tuberculosis in Brazil. Heal Place. 2014;25:56–67.
6. Mújica OJ. Cuatro cuestiones axiológicas de la epidemiología social para el monitoreo de la desigualdad en salud. Rev Panam Salud Pública. 2015;38:433–41.
7. Pedro AS, Gibson G, Santos JPC, et al. Tuberculosis as a marker of inequities in the context of socio-spatial transformation. Rev Saude Publica. 2017;51:9.
8. Prado TNdo, Rajan JV, Miranda AE, et al. Clinical and epidemiological characteristics associated with unfavorable tuberculosis treatment outcomes in TB-HIV co-infected patients in Brazil: a hierarchical polytomous analysis. Brazilian J Infect Dis. 2017;21:162–70.
9. de Seixas Maciel EMG, de Souza Amancio J, de Castro DB, et al. Social determinants of pulmonary tuberculosis treatment non-adherence in Rio de Janeiro, Brazil. PLoS One. 2018;13:e0190578.
10. Berra TZ, Queiroz AARde, Yamamura M, et al. Spatial risk of tuberculosis mortality and social vulnerability in Northeast Brazil. Rev Soc Bras Med Trop. 2017;50:693–7.
11. Yamamura M, Santos Neto M, Chiaravallotti Neto F, et al. Areas with evidence of equity and their progress on mortality from tuberculosis in an endemic municipality of southeast Brazil. Infect Dis Poverty. 2017;6:134.
12. Parhar A, Gao Z, Heffernan C, et al. Is early tuberculosis death associated with increased tuberculosis transmission? PLoS One. 2015;10:e0117036.
13. Instituto Brasileiro de Geografia e estatística (IBGE). Censo Demográfico 2010. (Consultado el 14/3/2018.) Disponible en: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/>
14. Organização Mundial de Saúde. Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados à Saúde - Índice Alfabético. Vol 3. São Paulo: EDUSP; 2008. 1046 p.
15. PNUD. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil. 2013. (Consultado el 22/1/2018.) Disponible en: <http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/o.atlas/metodologia/idhm.educacao/>
16. Kulldorff M, Nagarwalla N. Spatial disease clusters: detection and inference. Stat Med. 1995;14:799–810.
17. Hair JFJ, Black WC, Babin BJ, et al. Multivariate data analysis. 7th ed. Harlow: Pearson Education; 2014. p. 734.
18. Pelaquim MHH, Silva RS, Ribeiro SA. Fatores associados ao óbito por tuberculose na zona leste da cidade de São Paulo, 2001. J Bras Pneumol. 2007;33:311–7.
19. Cavalcanti Z do R, Albuquerque M de FPM de, Campello ARL, et al. Características da tuberculose em idosos no Recife (PE): contribuição para o programa de controle. J Bras Pneumol. 2006;32:535–43.

20. Nájera-Ortiz JC, Sánchez-Pérez HJ, Ochoa-Díaz H, et al. Demographic, health services and socio-economic factors associated with pulmonary tuberculosis mortality in Los Altos Region of Chiapas, Mexico. *Int J Epidemiol.* 2008;**37**:786–95.
21. World Health Organization. Comissão para os Determinantes Sociais da Saúde. Redução das desigualdades no período de uma geração: igualdade na saúde através da acção sobre os seus determinantes sociais: relatório final. 2010. p. 259. (Consultado el 22/4/2018.) Disponible en: <http://pesquisa.bvsalud.org/bvsms/resource/pt/mis-24495>
22. Accorssi A, Scarparo H, Guareschi P. A naturalização da pobreza: reflexão sobre a formação do pensamento social. *Psicol Soc.* 2012;**24**:536–46.
23. Bergonzoli G, Castellanos LG, Rodriguez R, et al. Determinants of tuberculosis in countries of Latin America and the Caribbean. *Rev Panam Salud Publica.* 2016;**39**:101–5.
24. Gudeva Nikovska D, Tozija F. Social determinants of equity in access to health-care for tuberculosis patients in Republic of Macedonia – results from a case-control study. *Int J Heal Policy Manag.* 2014;**3**:199–205.
25. Álvarez JL, Kunst AE, Leinsalu M, et al. Educational inequalities in tuberculosis mortality in sixteen European populations. *Int J Tuberc Lung Dis.* 2011;**15**:1461–7.
26. Fitchett JR, MacPherson P, Corbett EL. Implementing the End TB Strategy and the intersection with the Sustainable Development Goals, 2016–2030. *Trans R Soc Trop Med Hyg.* 2016;**110**:145–7.
27. Siroka A, Ponce NA, Lönnroth K. Association between spending on social protection and tuberculosis burden: a global analysis. *Lancet Infect Dis.* 2016;**16**:473–9.
28. Fleury S, Pinho C. Liquefação da rede de proteção social no Brasil autoritário. *Rev Katálysis.* 2018;**21**:14–42.
29. Costa S. Entangled inequalities, state, and social policies in contemporary Brazil. En: *The social life of economic inequalities in contemporary Latin America.* Cham: Springer; 2018. p. 59–80.
30. Reeves A, Basu S, McKee M, et al. Social protection and tuberculosis control in 21 European countries, 1995–2012: a cross-national statistical modelling analysis. *Lancet Infect Dis.* 2018;**14**:1105–12.
31. Dye C, Lönnroth K, Jaramillo E, et al. Trends in tuberculosis incidence and their determinants in 134 countries. *Bull World Health Organ.* 2009;**87**:683–91.
32. Obermeyer Z, Abbott-Klafter J, Murray CJL. Has the DOTS Strategy Improved case finding or treatment success? An empirical assessment. *PLoS One.* 2008;**3**:e1721.
33. Hudelson P. Gender differentials in tuberculosis: the role of socio-economic and cultural factors. *Tuber Lung Dis.* 1996;**77**:391–400.
34. Neyrolles O, Quintana-Murci L. Sexual inequality in tuberculosis. *PLoS Med.* 2009;**6**:e1000199.
35. Souza Rocha M, Pinheiro Aguiar F, Pinto de Oliveira G, et al. Confiabilidade do desfecho do tratamento usando linkage de bases de dados para a tuberculose. *Cad Saúde Colet.* 2015;**23**:150–6.