

Padrão espaçotemporal e fatores associados à incidência de tuberculose: um estudo ecológico

Spatiotemporal pattern of the incidence of tuberculosis and associated factors

George Jó Bezerra Sousa^I , Geraldo Lucas Alves Monte^{II} , Davi Gomes Sousa^I ,
Thatiana Araujo Maranhão^{III} , Maria Lúcia Duarte Pereira^I 

RESUMO: *Objetivo:* Analisar o padrão espaçotemporal da incidência da tuberculose e seus fatores associados. *Métodos:* Estudo ecológico, que utilizou as notificações de tuberculose ocorridas no período 2001–2017 nos municípios do estado do Ceará e registradas por meio do Sistema de Informação de Agravos de Notificação. Foram utilizadas técnicas de análise de padrão temporal e regressão geograficamente ponderada. *Resultados:* A taxa de incidência bruta no estado atingiu valor máximo de 226,1/100 mil habitantes, com decréscimo significativo de 1,9% ao ano (intervalo de confiança — IC95% -3,0—0,7). Os principais *clusters* foram identificados em Fortaleza e sua região metropolitana, assim como na região de Sobral. Os indicadores socioeconômicos que se mostraram associados à incidência foram: ocupação no setor agropecuário e serviços, população em domicílios com banheiro e água encanada e vulneráveis à pobreza. *Conclusão:* Houve diminuição significativa da incidência da doença no estado do Ceará. Os *clusters* espaciais estiveram localizados, majoritariamente, em áreas com alto adensamento populacional, e os indicadores que mais se associaram à formação dos aglomerados espaciais estiveram relacionados a emprego/renda, moradia e vulnerabilidade.

Palavras-chave: Tuberculose. Incidência. Análise espacial. Epidemiologia.

^IUniversidade Estadual do Ceará, Programa de Pós-Graduação em Cuidados Clínicos em Enfermagem e Saúde – Fortaleza (CE), Brasil.

^{II}Universidade Estadual do Ceará, Curso de Graduação em Enfermagem – Fortaleza (CE), Brasil.

^{III}Universidade Estadual do Piauí, Curso de Graduação em Enfermagem – Parnaíba (PI), Brasil.

Autor correspondente: George Jó Bezerra Sousa – Avenida Dr. Silas Munguba, 1.700, Itaperi, CEP: 60714-903, Fortaleza (CE), Brasil. E-mail: georgejobs@hotmail.com

Conflito de interesses: nada a declarar – **Fonte de financiamento:** nenhuma.

ABSTRACT: Objective: To analyze the spatiotemporal pattern of tuberculosis incidence and its associated factors.

Methods: Ecological study, which used tuberculosis notifications during 2001-2017 and as units of analysis the municipalities of the state of Ceará of the Notifiable Diseases Information System. Time pattern analysis techniques and geographically weighted regression were used. **Results:** The gross incidence rate in the state reached a peak of 226.1/100 thousand inhabitants with a significant decrease of 1.9% per year (95%CI -3.0–0.7). The main clusters were identified in Fortaleza and its metropolitan region, as well as in the Sobral region. The socioeconomic indicators that were associated with the incidence were: occupation in the agricultural sector and services, population in households with bathrooms and running water and vulnerable to poverty. **Conclusion:** There was a significant decrease in the incidence of the disease in the state of Ceará. The spatial clusters were mostly located in areas with high population and the indicators most related to the formation of spatial clusters were related to employment/income, housing and vulnerability.

Keywords: Tuberculosis. Incidence. Spatial analysis. Epidemiology.

INTRODUÇÃO

A tuberculose (TB) é uma doença infecciosa de importância para a saúde pública global. Relatório da Organização Mundial da Saúde (OMS) aponta que, em escala global, cerca de 10 milhões de novos casos de TB foram notificados. Destes, mais de um milhão de pessoas morreram, o que tornou a doença uma das dez principais causas de morte em todo o mundo¹. Além disso, o Brasil foi o único país do continente americano listado entre os 30 com alta carga de TB e ocupou a primeira posição do continente, com 32% dos casos^{2,3}.

Embora o Brasil esteja entre os países que apresentam mais casos no mundo, no período de 2011 a 2016 foi verificada diminuição desse número, com menor coeficiente apresentado no ano de 2016 com 34,4 casos por 100 mil habitantes. Em contrapartida, no período 2017–2019 observa-se aumento na incidência no país⁴. No Ceará, o decréscimo ocorreu no período de 2003 a 2017, com redução média de 1,9% ao ano. Em consequência disso, o estado apresentou a menor incidência já registrada até então: 34,1 casos por 100 mil habitantes em 2017⁵.

A TB possui associação com alguns grupos populacionais considerados mais suscetíveis ao adoecimento⁶. Outrossim, estudos apontam que a TB também está relacionada a condições socioeconômicas observadas nos países ditos em desenvolvimento, como as situações de pobreza, desnutrição, más condições sanitárias e alta densidade populacional⁷.

Diante do exposto, ressalta-se a importância da utilização de métodos epidemiológicos de análise espacial em saúde⁸ para o conhecimento preciso de locais que apresentem aglomerados de altas taxas de TB. Assim, este estudo teve por objetivo analisar o padrão espaço-temporal da incidência da TB e seus fatores associados.

MÉTODOS

Trata-se de um estudo ecológico, que utilizou como unidades de análise os municípios do estado do Ceará. Este possui 184 municípios e a oitava maior população do país, estimada em 9,13 milhões de habitantes. Dos 27 estados da federação, o Ceará possui a 11^o maior densidade demográfica, com 56,76 habitantes por km² e um rendimento nominal mensal *per capita* de 850 reais⁹.

Os dados deste estudo são do tipo secundário e foram obtidos na Secretaria da Saúde do Estado do Ceará (SESA), após prévia autorização de acesso às informações. Nos registros estão compiladas informações sobre a TB oriundas do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN).

Esta investigação compreende todos os casos notificados como “caso novo de TB” durante o período de 1^o de janeiro de 2001 a 31 de dezembro de 2017 no estado do Ceará. Assim, contou com a população de 60.614 novos casos de TB durante o período. A incidência média de TB do período estudado foi calculada para cada município utilizando o número médio de casos no numerador e a população do ano central (2009) como denominador, multiplicado por 100 mil habitantes. Os dados populacionais dos municípios cearenses foram obtidos no sítio eletrônico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Inicialmente, realizou-se descrição das características dos casos, incluindo o número de dados ausentes em cada variável. Feito isso, conduziu-se a análise da tendência temporal da incidência da TB por meio de regressão por pontos de inflexão. Essa análise indica se um ou mais segmentos de reta devem ser adicionados em uma regressão linear para indicar qualquer alteração na tendência temporal, o que refuta a hipótese nula de que nenhum ponto deva ser adicionado. Seus resultados são possíveis para estimar a variação percentual anual (do inglês APC) da tendência estudada, bem como seu intervalo de confiança de 95% (IC95%) e sua significância estatística¹⁰.

Em seus resultados, APC significativamente positivas indicam tendência de crescimento do fenômeno estudado, e APC negativas indicam decréscimo da tendência. Valores não significativos de APC indicam tendência estacionária. Dessa forma, o modelo foi ajustado assumindo-se que o número de pontos de inflexão poderia variar de zero a dois, o que significa uma linha reta ou uma linha com dois ou três segmentos. O nível de significância de 5% foi estabelecido em todas as análises de tendência de todos os tempos¹⁰.

Para a análise espacial, foi criado inicialmente o mapa temático da incidência média bruta de TB dos municípios cearenses e, em seguida, essas taxas foram suavizadas por meio do método bayesiano empírico local para diminuir as instabilidades causadas pelas taxas brutas. A aplicação desse método faz-se necessária uma vez que gera taxas mais próximas à realidade, pois considera não apenas o valor da taxa de um determinado município, mas o pondera em relação àqueles que fazem fronteira com ele por meio de uma matriz de proximidade espacial. Para a construção da matriz, levou-se em consideração o critério de contiguidade, atribuindo-se o valor 1 aos municípios que possuem fronteiras em comum e 0 aos municípios que não compartilham fronteiras.

Para a identificação de aglomerados espaciais de TB, utilizaram-se dois métodos distintos, porém com a mesma finalidade. O primeiro diz respeito à função de autocorrelação espacial, por meio do índice de Moran global e local. O índice global foi usado para testar a hipótese de dependência espacial e fornecer uma medida geral de associação para toda a área do estudo. Uma vez que a presença de autocorrelação espacial global foi constatada, o índice de Moran local (*Local Index Spatial Analysis* — LISA) foi aplicado para verificar a presença de agregados espaciais e quantificar o grau de associação espacial em cada município do conjunto amostral, considerando-se $p < 0,05$.

Os resultados do índice de Moran local são apresentados por meio do *Moran map* e do *Lisa map*. O primeiro permite visualizar graficamente o grau de similaridade entre vizinhos e é representado por quatro quadrantes: em vermelho estão os municípios com altas taxas e que estão próximos a municípios com taxas igualmente altas (padrão espacial alto/alto); em verde se encontram os municípios que possuem baixas taxas e que são circundados por municípios que também apresentam baixas taxas (padrão espacial baixo/baixo); já os municípios em amarelo (padrão espacial alto/baixo) e azul (padrão espacial baixo/alto) representam áreas de transição epidemiológica e que exibem taxas altas e baixas, porém estão muito próximos a municípios que possuem taxas baixas e altas, respectivamente⁸.

Visando à detecção de aglomerados espaciais, bem como de áreas que apresentam maior risco para TB, realizou-se ainda a análise de varredura puramente espacial, denominada estatística *Scan*. Para a identificação de *clusters* foi adotado o modelo discreto de Poisson, o qual considera que o número de eventos em cada área é proporcional ao tamanho da população⁸, bem como os seguintes requisitos: não haver sobreposição geográfica dos aglomerados, tamanho máximo do aglomerado igual a 50,0% da população exposta, aglomerados em formato circular e 999 replicações. A estatística *Scan* ainda possibilitou o cálculo do risco relativo (RR) em cada município cearense; aqueles que apresentam valores >1 apresentam risco relativo para TB superior ao risco do Ceará como um todo.

Para identificar a influência de indicadores socioeconômicos na incidência da TB, utilizou-se o método de regressão pelo método *ordinary least squares* (OLS). Os indicadores utilizados foram: índice de Theil L, índice de Gini, taxa de desocupação, ocupados com ensino médio completo, ocupados no setor agropecuário, ocupados no setor extrativo mineral, ocupados na indústria de transformação, ocupados no setor de construção, ocupados no setor comércio, ocupados no setor serviços, população em domicílios com banheiro e água encanada, população em domicílios com densidade >2 , índice de desenvolvimento humano municipal (IDHM), taxa de analfabetismo e vulneráveis à pobreza. Todos esses indicadores foram retirados do *Atlas de Desenvolvimento Humano no Brasil*¹¹.

Inicialmente, essas variáveis foram inseridas em um modelo de regressão linear múltipla (OLS). As variáveis foram selecionadas utilizando-se *backward selection*, enquanto a presença de multicolinearidade foi avaliada por meio do fator de inflação da variância (*variance inflation factor* — VIF). Aqueles que permaneceram no modelo final da regressão OLS ($p < 0,05$) foram também inseridos em um modelo de regressão espacial geograficamente ponderado (*geographically weighted regression* — GWR), uma vez que este é capaz de analisar fenômenos

que sofrem variação de acordo com a área em que são estudados. O GWR gerou um coeficiente de regressão para cada um dos 184 municípios do estado, pois um indicador social pode agir como fator de risco em determinado território e como fator de proteção em outro¹². O resultado da regressão GWR foi apresentado em formato de dois mapas temáticos para cada indicador socioeconômico: um para o valor do coeficiente de regressão e outro que representa a significância estatística, considerando-se $p < 0,05$.

O cálculo da taxa bayesiana empírica local e do teste de autocorrelação espacial foi feito no *software* TerraView 4.2.2[®], ao passo que a análise de varredura puramente espacial foi realizada com auxílio do *software* SaTScan 9.6[®]. A regressão não espacial OLS foi realizada no *software* Stata 12[®] e a regressão espacial GWR, no *software* GWR4.0.9[®]. Todos os mapas foram produzidos no *software* QGIS 2.4.17[®].

O projeto do qual faz parte este estudo foi encaminhado para apreciação ética da Universidade Estadual do Ceará, sendo aprovado sob protocolo de nº 2.687.046.

RESULTADOS

De 2001 a 2017, foram notificados no Ceará 60.614 novos casos de TB. A Tabela 1 mostra que os casos tinham mediana de idade de 38 anos (intervalo interquartil — IIQ 25–52) e eram principalmente do sexo masculino (62,1%; $n=37.649$). A maioria autodeclarava-se parda (74,2%; $n=38.859$), tinha escolaridade inferior ao ensino médio (78,4%; $n=34.101$) e habitava na zona urbana (84,1%; $n=49.134$).

A incidência média da doença no período foi de 28,6/100 mil habitantes, tendo a menor incidência ocorrido em 2017 (34,1 casos por 100 mil habitantes) e a maior em 2003 (61,2 casos por 100 mil habitantes). A análise do padrão temporal da incidência de TB no período estudado apontou decréscimo significativo de 1,9% ao ano (IC95% -3,0–0,7; $p=0,003$). Além disso, a regressão não inseriu nenhum ponto de inflexão, o que significa que não houve mudança de tendência ao longo do tempo, sendo esta explicada apenas por um segmento de reta (dados não mostrados em tabelas ou gráficos).

Na Figura 1A é possível observar que todos os municípios cearenses registraram pelo menos um caso de TB durante o período 2001–2017, uma vez que não existem municípios com taxa igual a zero. A taxa de incidência bruta no estado atingiu valor máximo de 226,1/100 mil habitantes. Com a suavização das taxas brutas pelo método bayesiano empírico local (Figura 1B) é possível perceber um padrão espacial mais aparente, com a agregação de municípios com maiores taxas próximos a Fortaleza e Sobral. Ressalta-se que o município de Itaitinga, na região metropolitana de Fortaleza, apresentou as mais elevadas taxas bruta (226,1/100 mil hab) e bayesiana (168,1/100 mil hab) de TB.

Na análise de autocorrelação espacial, o índice de Moran global foi igual a 0,32 ($p=0,01$), indicando autocorrelação espacial positiva. Por meio desse índice, podem-se identificar aglomerados espaciais (Figura 1C), em que o padrão alto-alto de distribuição se encontra em Fortaleza e em sua região metropolitana, assim como na região de Sobral, importante

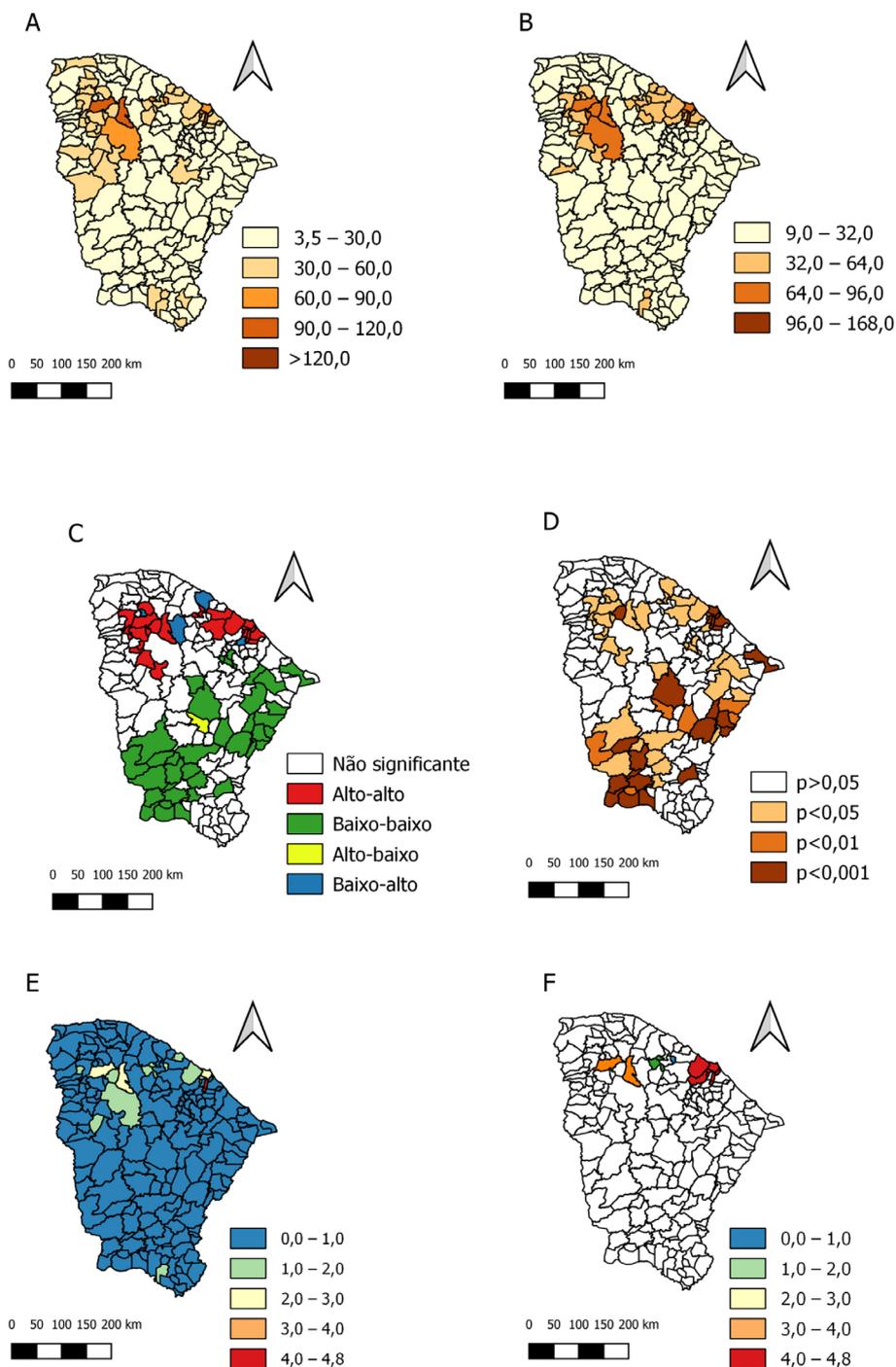
Tabela 1. Características sociodemográficas dos casos notificados de tuberculose. Ceará, Brasil, 2001–2017 (n=60.614).

Características sociodemográficas	n	%
Idade (mediana)	38	25–52
Sexo*		
Masculino	37.649	62,1
Feminino	22.951	37,9
Raça/cor†		
Branca	8.768	16,7
Preta	3.941	7,5
Amarela	617	1,2
Parda	38.859	74,2
Indígena	212	0,4
Escolaridade‡		
Analfabeto	7.785	17,9
Ensino fundamental I incompleto	9.899	22,7
Ensino fundamental I completo	2.947	6,8
Ensino fundamental II incompleto	10.952	25,2
Ensino fundamental II completo	2.518	5,8
Ensino médio incompleto	4.440	10,2
Ensino médio completo	3.220	7,4
Ensino superior incompleto	456	1,0
Ensino superior completo	1.285	3,0
Zona de moradia§		
Urbana	49.134	84,1
Rural	9.113	15,5
Periurbana	397	0,4

Foram excluídos os seguintes casos, pois constavam como dados ausentes ou "ignorados": *14 casos; †8.217 casos; ‡17.112 casos; §1.970 casos.

município do interior do estado. Os principais aglomerados baixo-baixo concentram-se nas mesorregiões do Sertão Cearense e do Sul Cearense. O *Lisa map* (Figura 1D) mostra a intensidade da significância estatística dos aglomerados espaciais apontados pelo *Moran map*.

Pela técnica de varredura *Scan* foi possível identificar que a população de Itaitinga possui 4,8 vezes mais risco de contrair TB quando comparada à população dos demais municípios



A: incidência bruta, B: incidência bayesiana, C: *Moran map* da incidência bruta, D: *Lisa map* da incidência bruta, E: Risco relativo da TB; F: aglomerados puramente espaciais de TB.

Figura 1. Distribuição espacial da incidência de tuberculose no estado do Ceará, Ceará, Brasil, 2001–2017.

cearenses (Figura 1E). A técnica também possibilitou identificar quatro aglomerados de TB estatisticamente significantes ($p < 0,05$) no estado. O *cluster* mais provável, isto é, aquele que possui a menor probabilidade de ter ocorrido ao acaso (em vermelho), foi composto de Fortaleza e cinco municípios de sua região metropolitana (Caucaia, Maranguape, Maracanaú, Eusébio e Itaitinga), cujo RR foi de 2,75 (Figura 1F). A caracterização dos demais *clusters* pode ser encontrada na Tabela 2.

A Tabela 3 mostra os indicadores socioeconômicos significativos nos modelos de regressão OLS e GWR. No primeiro modelo o valor do índice de Moran (I) foi 0,077 ($p = 0,04$) e ele pôde explicar 27,0% da variação do desfecho. O valor significativo indica que os resíduos da regressão possuem padrão espacial e que a incidência pode ser explicada pelos vizinhos dos vizinhos. Ao se aplicar a regressão GWR, obteve-se 32,0% de explicação do modelo e $I = 0,04$.

A Tabela 3 apresenta os modelos finais da regressão não espacial OLS e da regressão espacial GWR para os fatores associados à incidência de TB no Ceará. Os indicadores

Tabela 2. Características dos *clusters* identificados pela técnica de varredura espacial *Scan*. Ceará, Brasil, 2001–2017.

<i>Cluster</i>	Raio do <i>cluster</i>	Número de municípios	População	Razão de verossimilhança	Risco relativo	p-valor
1	28,30 km	6	953.316	7.659,01	2,75	<0,001
2	0 km	1	61.676	633,70	2,15	<0,001
3	10,88 km	2	23.728	29,78	1,36	<0,001
4	0 km	1	4.151	9,58	1,49	0,01

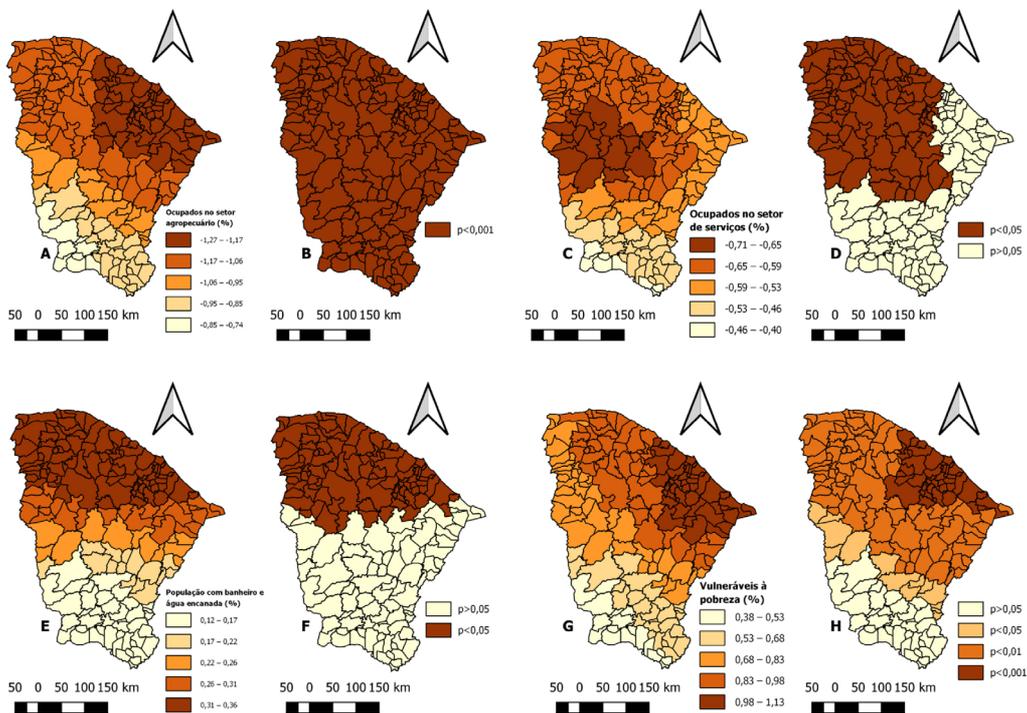
Tabela 3. Modelos finais de regressão *ordinary least squares* e *geographically weighted regression* para os fatores associados à incidência de tuberculose no Ceará, Brasil, 2001–2017.

Indicadores socioeconômicos	Modelo OLS*			Modelo GWR†	
	Coefficiente	Erro padrão	p	Coefficiente	Erro padrão
Ocupados no setor agropecuário (%)	-1,12	0,15	<0,001	-1,08	0,13
Ocupados no setor serviços (%)	-0,6	0,27	0,02	-0,58	0,06
População em domicílios com banheiro e água encanada (%)	0,27	0,12	0,03	0,26	0,08
População vulnerável à pobreza (%)	0,88	0,27	0,002	0,82	0,19

*OLS: *ordinary least squares*; †GWR: *geographically weighted regression*.

socioeconômicos que se mostraram associados à incidência de TB foram: ocupados no setor agropecuário, ocupados no setor de serviços, população em domicílios com banheiro e água encanada e população vulnerável à pobreza. Estes não apresentaram multicolinearidade, pois o VIF global foi igual a 2,2, que indica baixa correlação entre preditoras.

A Figura 2 mostra os mapas temáticos oriundos dos resultados da regressão GWR. Constatou-se que, em todo o estado, houve relação negativa significativa ($p < 0,01$) entre o percentual de pessoas ocupadas no setor agropecuário e a incidência de TB (Figuras A e B). Da mesma forma, nas mesorregiões norte, noroeste e Sertão Cearense também foi constatada correlação negativa significativa ($p < 0,05$) entre o percentual de pessoas ocupadas no setor de serviços e a incidência de TB (Figuras C e D). Além disso, observou-se aumento da incidência de TB à medida em que o percentual de pessoas que residiam em casas com banheiro e água encanada aumentava ($p < 0,05$), principalmente no norte cearense (Figuras E e F). Por fim, observou-se correlação positiva ($p < 0,05$) entre o percentual de vulneráveis à pobreza e a incidência de TB, especialmente em municípios distantes da capital e região metropolitana (Figuras G e H).



GWR: *geographically weighted regression*.

Figura 2. Regressão espacial *geographically weighted regression* dos fatores associados à incidência de tuberculose nos municípios do estado do Ceará, Brasil, 2001–2017.

DISCUSSÃO

O presente estudo identificou o predomínio de indivíduos do sexo masculino, de cor parda, com baixa escolaridade e residentes na zona urbana. Além disso, demonstrou-se decréscimo da incidência de TB no período 2001–2017. Já a análise espacial explicitou a formação de aglomerados em municípios populosos do estado do Ceará. Por fim, os indicadores que apresentaram relação com a incidência de TB foram: ocupados no setor agropecuário, ocupados no setor de serviços, população em domicílios com banheiro e água encanada e população vulnerável à pobreza.

A caracterização da população deste estudo mostra que a doença permanece em um segmento específico. Identifica-se que, independentemente da região estudada, o adoecimento por TB apresenta aspectos sociais em comum em todo o Brasil¹³⁻¹⁷. Esses achados ajudam a perpetuar uma imagem da TB ligada a segmentos negligenciados e ora estigmatizados, que carecem de ações efetivas para a eliminação da doença.

Quanto ao padrão temporal, identificou-se que houve decréscimo significativo na incidência de TB no período 2001–2017. Essa queda pode estar associada à implementação dos Objetivos do Milênio, que possibilitou o desenvolvimento de programas nacionais para a redução da incidência da TB. No entanto, atualmente esse resultado se encontra distante do recomendado pelas metas dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e estratégia Fim da TB (*End TB*). Estas buscam declínio em 95% da incidência da doença^{18,19}. Dessa forma, aponta-se que ações como a educação em saúde, a busca ativa de contatos, o rastreamento de pessoas que vivem com o vírus da imunodeficiência humana (HIV/Aids) e o tratamento de casos de infecção latente por TB são fundamentais para que se alcancem as metas estabelecidas²⁰.

Já em relação à análise do padrão espacial da incidência da TB, revelaram-se *clusters* espaciais localizados em Fortaleza e em municípios de sua região metropolitana, com o maior risco observado em Itaitinga, município que abriga um presídio em seu território. Sabe-se que esse fator pode ter influenciado na formação de *clusters*, uma vez que populações privadas de liberdade possuem risco 31 vezes maior de adoecer por TB que a população geral¹⁹. Além disso, o *cluster* mais provável está localizado na capital do estado e em municípios de sua região metropolitana, o que mostra característica de aglomerados urbanos, trânsito constante de pessoas entre municípios e áreas com maior pobreza.

Quanto aos indicadores associados à incidência da doença, este estudo identificou que ela diminui quando se eleva a proporção de empregados nos setores agropecuário e de serviços. Isso se deve ao fato de o estado ser um dos mais economicamente diversificados do Nordeste brasileiro²¹. Assim, acredita-se que essas atividades mostraram relação significativa por serem duas das mais importantes do estado, empregando grande parcela da população cearense²¹. Dessa forma, a relação inversa de estar empregado nesse setor ajuda a evidenciar a importância do trabalho/renda na incidência da TB.

Além disso, este estudo observou que a incidência da TB apresentou associação positiva com o indicador percentual da população que reside em domicílios com banheiro e

água encanada. Essa relação mostrou-se significativa em regiões onde se encontram grandes aglomerados urbanos, incluindo a capital Fortaleza e Sobral, que é um importante município do interior do estado. Por meio desse achado, pode-se levantar a hipótese de que, uma vez que a doença está localizada em grandes centros, também é possível encontrar domicílios com maior acesso a banheiro e água encanada. Assim, essas duas variáveis podem apresentar uma correlação, entretanto é importante frisar que a maior exclusão social, fruto da forte estratificação entre as classes da sociedade, é um dos principais pontos a serem verificados quanto aos determinantes sociais da saúde, facilitando a transmissão de TB na comunidade^{22,23}.

Por fim, a incidência de TB também mostrou relação com a proporção de vulneráveis à pobreza. Desse modo, tal população está mais propícia à exposição ao bacilo, principalmente nas regiões de periferia ou em locais de aglomeração e adensamento domiciliar de municípios¹⁴. Nesse sentido, entende-se que essa variável pode mediar a relação entre outras variáveis com a incidência de TB, como a falta de serviços básicos de saúde, a malnutrição, a alimentação inadequada, o abuso de drogas, a escassez de acesso à informação e a baixa escolaridade²⁴. Contudo, é importante ressaltar que essas são apenas hipóteses a ser testadas em estudos futuros, principalmente aqueles que considerem o nível individual a fim de evitar a falácia ecológica.

Nesse contexto, tendo em vista que a TB é uma doença relacionada à pobreza, programas de transferência de renda mostram-se efetivos na redução das desigualdades sociais e da consequente incidência de enfermidades. No caso do Brasil, o Programa Bolsa Família pode ser mencionado como uma estratégia de sucesso nesse quesito.

Apesar de não ter sido investigado o mecanismo pelo qual a transferência de renda contribui para a redução da incidência de TB, é indiscutível o impacto sobre os determinantes sociais que influenciam o número de casos novos²⁵. Sendo assim, mesmo sabendo-se que o programa não é suficiente para contribuir sozinho para a diminuição da incidência de TB, uma abordagem que promova a redução da pobreza e a expansão da proteção social aceleraria o progresso em direção às metas preconizadas pela estratégia Fim da TB^{25,26}.

Este estudo possui algumas limitações. Primeiramente, o delineamento ecológico impossibilita o estabelecimento de relações em nível individual. Neste caso, os resultados devem ser considerados apenas em nível municipal para evitar a falácia ecológica (inferência sobre fenômenos individuais com base em observações agregadas). Além disso, o uso de base de dados secundários apresenta incompletude e qualidade de informação variável, o que pode dificultar a interpretação dos resultados. Sabe-se que os sistemas utilizados na coleta de dados não possuem caráter primário para pesquisa, mas foram adaptados a essa realidade. Nesse sentido, variáveis que poderiam ser consideradas importantes neste estudo não foram inseridas pois este tipo de pesquisa só pode utilizar aquelas que são mantidas pelo sistema. Mesmo assim, os resultados desta pesquisa são importantes para a caracterização epidemiológica da incidência da TB e fatores associados. Por fim, sugere-se a realização de trabalhos como o presente, com outros delineamentos ou métodos de análise, para se estimar o mesmo efeito em nível individual e fortalecer a hipótese causal.

Os resultados desta investigação mostram a dinâmica espaçotemporal da incidência da TB nos últimos anos. As variáveis relacionadas aos ocupados no setor agropecuário, ocupados no setor de serviços, população em domicílios com banheiro e água encanada e população vulnerável à pobreza estiveram associadas à incidência da doença. Esses achados denotam o caráter econômico e social ligados à doença. Assim, o enfoque nessas áreas pode ajudar a quebrar a cadeia de transmissão da TB.

REFERÊNCIAS

1. World Health Organization. Global Tuberculosis Report 2019. Geneva: World Health Organization; 2020. [acessado em 1 ago. 2020]. Disponível em: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/329368/9789241565714-eng.pdf>
2. Aridja UM, Gallo LG, Oliveira AFM, Silva AWM, Duarte EC. Casos de tuberculose com notificação após o óbito no Brasil, 2014: um estudo descritivo com base nos dados de vigilância. *Epidemiol Serv Saude* 2020; 29(5): e2020060. <https://doi.org/10.1590/S1679-49742020000500014>
3. Brasil. Ministério da Saúde. Secretária de Vigilância em Saúde. Departamento de vigilância das Doenças Transmissíveis. Manual de recomendações para o controle da tuberculose no Brasil. Brasília: Ministério da Saúde; 2019. [acessado em 10 ago. 2020]. Disponível em: https://sbpt.org.br/portal/wp-content/uploads/2019/06/manual_recomendacoes_tb_2ed_atualizada_8maio19.pdf
4. Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Tuberculose 2021. *Boletim Epidemiológico*; 2021 (número especial). [acessado em 09 de fev. 2022]. Disponível em: https://www.gov.br/saude/pt-br/media/pdf/2021/marco/24/boletim-tuberculose-2021_24.03
5. Souza J, Oliveira KS, Ávila TT, Quadros SR, Zilly A, Sobrinho RAS. Incidência da tuberculose e a correlação entre a realização do tratamento e a cura. *Rev Enferm UFSM* 2018; 8(4): 637-48. <https://doi.org/10.5902/2179769230534>
6. Silva PHS, Cirilo SSV, Sousa Junior SC, Cruz VT, Correia RS, Santos AF, et al. Aspectos sociodemográficos e clínicoepidemiológicos da tuberculose em um município do nordeste brasileiro. *Revista Eletrônica Acervo Saúde* 2020; (12):5: e1916. <https://doi.org/10.5123/s1679-49742017000200014>
7. Pereira AGL, Escosteguy CC, Valencia LIO, Magalhães MAFM, Medronho RA. Análise espacial de casos de tuberculose e associação com fatores socioeconômicos: uma experiência no município do Rio de Janeiro. *Cad Saúde Colet* 2018; (26)2: 203-10. <https://doi.org/10.1590/1414-462x201800020013>
8. Martins-Melo FR, Lima MS, Ramos Jr AN, Alencar CH, Heukelbach J. Mortality and case fatality due to visceral leishmaniasis in Brazil: a nationwide analysis of epidemiology, trends and spatial patterns. *PLoS One* 2014; 9(4): e93770. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0093770>
9. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa de orçamentos familiares 2017-2018: primeiros resultados 2019. [acessado em 02 out. 2020]. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/24786-pesquisa-de-orcamentos-familiares-2.html?edicao=25578&t=publicacoes>
10. Sousa GJB, Garces TS, Pereira MLD, Moreira TMM, Silveira GMD. Temporal pattern of tuberculosis cure, mortality, and treatment abandonment in Brazilian capitals. *Rev Latino-Am Enfermagem* 2019; 27: e3218. <https://doi.org/10.1590/1518-8345.3019.3218>
11. Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil. Acervo. Entenda o que é o projeto Atlas, o conceito de desenvolvimento humano, o IDHM e sua metodologia [acessado em 10 fev 2022]. Disponível em: <http://www.atlasbrasil.org.br/acervo/biblioteca>
12. Charlton M, Fotheringham S, Brunsdon C. Geographically weighted regression. United Kingdom: ESRC National Centre for Research Methods; 2005.
13. Mendes AM, Bastos JL, Bresan D, Leite MS. Situação epidemiológica da tuberculose no Rio Grande do Sul: uma análise com base nos dados do Sinan entre 2003 e 2012 com foco nos povos indígenas. *Rev Bras Epidemiol* 2016; (19)3: 658-69. <https://doi.org/10.1590/1980-5497201600030015>
14. Moraes MFV, Corrêa RGCF, Coutinho NPS, Caldas AJM, Silva TC, Santos KCB, et al. Perfil epidemiológico de casos de tuberculose em um município prioritário no estado do Maranhão. *Rev Pesq Saúde* 2017; (18)3: 147-50.

15. Magalhães MAFM, Medronho RA. Análise espacial da tuberculose no Rio de Janeiro no período de 2005 a 2008 e fatores socioeconômicos associados utilizando microdados e modelos de regressão espaciais globais. *Ciênc Saúde Coletiva* 2017; 22(3): 831-9. <https://doi.org/10.1590/1413-81232017223.24132015>
16. Pedro AS, Gibson G, Santos JPC, Toledo LM, Sabroza PC, Oliveira RM. Tuberculosis as a marker of inequities in the context of socio-spatial transformation. *Rev Saúde Pública* 2017; 51: 9. <https://doi.org/10.1590/s1518-8787.2017051006533>
17. Santos BO, Brito TVR, Mesquita CR, Guimarães RJPS, Leão LA, Rocha MP. Análise espaço-temporal da incidência de tuberculose na atenção primária. *Pará Res Med J* 2017; 1(2): e21. <https://doi.org/10.4322/prmj.2017.021>
18. Uplekar M, Weil D, Lonroth K, Jaramillo E, Lienhardt C, Dias HM, et al. WHO's new end TB strategy. *Lancet* 2015; 385(9979): 1799-801. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(15\)60570-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(15)60570-0)
19. Trajman A, Saraceni V, Durovni B. Sustainable development goals and tuberculosis in Brazil: challenges and potentialities. *Cad Saúde Pública* 2018; 34(6): e00030318. <https://doi.org/10.1590/0102-311X00030318>
20. Santos AP, Silva DR, Mello FCQ. In the time of strategies to end tuberculosis, prevention is better than treatment. *J Bras Pneumol* 2020; 46(2): e20200017. <https://doi.org/10.36416/1806-3756/e20200017>
21. Ceará. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. Indicadores econômicos do Ceará 2020. Fortaleza: IPECE; 2020. [acessado em 25 out. 2020]. Disponível em: https://www.ipece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/45/2020/12/Indicadores_Economicos2020.pdf
22. Munayco CV, Mújica OJ, León FX, del Granado M, Espinal MA. Social determinants and inequalities in tuberculosis incidence in Latin America and the Caribbean. *Rev Panam Salud Publica* 2015; 38(3): 177-85. PMID: 26757995
23. Pelissari DM, Diaz-Quijano FA. Household crowding as a potential mediator of socioeconomic determinants of tuberculosis incidence in Brazil. *PLoS One* 2017; 12(4): e0176116. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0176116>
24. Moreira ASR, Kritski AL, Carvalho ACC. Determinantes sociais da saúde e custos catastróficos associados ao diagnóstico e tratamento da tuberculose. *J Bras Pneumol* 2020; 46(5): e20200015. <https://doi.org/10.36416/1806-3756/e20200015>
25. Nery JS, Rodrigues LC, Rasella D, Aquino D, Barreira D, Torrens AW, et al. Effect of Brazil's conditional cash transfer programme on tuberculosis incidence. *Int J Tuberc Lung Dis* 2017; 21(7): 790-6. <https://doi.org/10.5588/ijtld.16.0599>
26. Carter DJ, Glaziou P, Lönnroth K, Siroka A, Floyd K, Weil D, et al. The impact of social protection and poverty elimination on global tuberculosis incidence: a statistical modelling analysis of sustainable development goal 1. *Lancet Glob Health* 2018; 6(5): e514-22. [https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(18\)30195-5](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(18)30195-5)

Recebido em: 13/07/2021

Revisado em: 16/12/2021

Aceito em: 20/12/2021

Contribuição dos autores: Sousa, G.J.B.: Administração do projeto, análise formal, escrita – revisão e edição, curadoria de dados, metodologia; Monte, G.L.A.: Escrita – primeira redação, investigação; Sousa, D.V.: Escrita – primeira redação, investigação; Maranhão, T.A.: Escrita – revisão e edição, metodologia, validação; Pereira, M.L.D.: Administração do projeto, supervisão, validação.

