

Persistência temporal e espacial de casos de tuberculose nos municípios brasileiros entre 2001 e 2022

Temporal and spatial persistence of tuberculosis cases in Brazilian municipalities between 2001 and 2022

Persistencia temporal y espacial de los casos de tuberculosis en municipios brasileños entre 2001 y 2022

Naanda Kaanna Matos de Souza <https://orcid.org/0000-0001-5392-175X>¹; Lucas Dias Soares Machado <https://orcid.org/0000-0003-4450-3796>²; Denis Fernandes Alves <https://orcid.org/0000-0003-3322-2075>³; Luis Abel da Silva Filho <https://orcid.org/0000-0002-7453-1678>⁴; Viviane Martins da Silva <https://orcid.org/0000-0002-8033-8831>¹

Resumo Objetivou-se analisar a associação entre variáveis socioeconômicas e a persistência temporal e espacial das taxas de TB notificadas nos municípios brasileiros entre os anos 2001 e 2022. Estudo ecológico de séries temporais e análise espacial realizado a partir de dados secundários de fontes públicas. Buscou-se a correlação espacial entre as taxas de TB e variáveis socioeconômicas nos municípios brasileiros e os seus efeitos diretos e indiretos sobre essas taxas. Recorreu-se aos índices de Moran Global e Local univariado e bivariado, bem como ao modelo de erro espacial de Durbin. Os resultados mostram que um aumento no PIB per capita e nos gastos com saúde impactam a redução da taxa de casos de TB. Além disso, há uma correlação direta entre as taxas de TB e as variáveis densidade demográfica e taxa de profissionais de saúde. Concluiu-se que, apesar de sua multicausalidade, a pobreza é um forte determinante no aumento das taxas de TB. A redução dos casos da doença nos municípios brasileiros depende de políticas públicas em saúde e ações intersectoriais que sejam direcionadas a cada espaço geográfico com base em suas particularidades. **Palavras-chave** Saúde pública, Doenças negligenciadas, Tuberculose, Estudos ecológicos

Abstract The objective was to analyze the association between socioeconomic variables and the temporal and spatial persistence of TB rates reported in Brazilian municipalities between the years 2001 and 2022. An ecological study of time series and spatial analysis was conducted using secondary data from public sources. Spatial correlation was sought between TB rates and socioeconomic variables in Brazilian municipalities and their direct and indirect effects on these rates. Global and Local Moran's Indices, both univariate and bivariate, as well as the Durbin spatial error model, were used. The results show that an increase in per capita GDP and health expenditure impacts the reduction of TB cases. Additionally, there is a direct correlation between TB rates and demographic density and the rate of healthcare professionals. It was concluded that, despite its multifactorial nature, poverty is a strong determinant in the increase of TB rates. The reduction of TB cases in Brazilian municipalities depends on public health policies and intersectoral actions that are targeted to each geographical area based on its specific characteristics.

Key words Public health, Neglected diseases, Tuberculosis, Ecological studies

Resumen El objetivo de este estudio fue analizar la asociación entre variables socioeconómicas y la persistencia temporal y espacial de las tasas de TB reportadas en municipios brasileños entre 2001 y 2022. Estudio ecológico de series de tiempo y análisis espacial realizado con datos secundarios de fuentes públicas. Se buscó la correlación espacial entre las tasas de tuberculosis y las variables socioeconómicas en municipios brasileños y sus efectos directos e indirectos sobre estas tasas. Se utilizaron los índices de Moran Global y Local univariados y bivariados, así como el modelo de error espacial de Durbin. Los resultados muestran que un aumento del PIB per cápita y del gasto en salud incide en la reducción de la tasa de casos de TB. Además, existe una correlación directa entre las tasas de TB y las variables densidad poblacional y tasa de profesionales de la salud. Se concluyó que, a pesar de su multicausalidad, la pobreza es un fuerte determinante en el aumento de las tasas de tuberculosis. La reducción de casos de la enfermedad en los municipios brasileños depende de políticas de salud pública y de acciones intersectoriales dirigidas a cada espacio geográfico en función de sus particularidades.

Palabras clave Salud pública, Enfermedades desatendidas, Tuberculosis, Estudios ecológicos

¹ Universidade Federal do Ceará. R. Alexandre Baraúna 1115, Rodolfo Teófilo. 60430-160 Fortaleza CE Brasil. naanda.kaanna@gmail.com

² Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba. João Pessoa PB Brasil.

³ Universidade Federal de Pernambuco. Caruaru PE Brasil.

⁴ Universidade Regional do Cariri. Cariri CE Brasil.

Introdução

A tuberculose (TB) é uma doença infecciosa, considerada um problema de saúde pública por sua distribuição persistente no mundo, principalmente em países em desenvolvimento, estando fortemente influenciada pelos determinantes sociais da saúde¹.

Cerca de 7,5 milhões de indivíduos foram diagnosticados com TB em 2022, o maior registro de diagnósticos pela infecção nos 27 anos de sua monitorização pela Organização Mundial de Saúde (OMS). Em relação à mortalidade, registrou-se aproximadamente 1,3 milhão de mortes por TB no referido ano, com estimativa de que ao menos 40% desses óbitos decorreram de interações com a COVID-19 entre 2020 e 2022^{2,3}.

O Relatório Global de Tuberculose (Global Tuberculosis Report) de 2023⁴ aponta ainda redução de 900 mil casos em 2022 quando comparado a 2021 e 2020. No panorama traçado por esse relatório, o Brasil figura na lista global de 30 países com elevada carga de TB a ser usada como referência pela OMS no período de 2021-2025. No país, a incidência de TB em 2022 foi de 32 novos casos para cada 100 mil habitantes, ultrapassando a meta de menos de dez casos para essa mesma referência populacional, preconizada pelo Plano Nacional pelo Fim da Tuberculose como Problema de Saúde Pública⁴.

Embora vivencie um processo de transição epidemiológica, com redução das doenças infectocontagiosas e parasitárias em paralelo ao aumento das doenças crônicas não transmissíveis, a TB ainda ocupa local de atenção nas políticas de saúde pública brasileiras. Isso se deve às características de heterogeneidade nos modos de viver e ter saúde experienciados na vastidão do território brasileiro, demarcado por iniquidades, como altos índices em localidades de maior pobreza e exclusão social⁵.

Além disso, as altas taxas de morbidade e mortalidade da TB no Brasil estão associadas a questões sociais e econômicas, como pobreza, desnutrição, más condições sanitárias, baixa escolaridade, moradias insalubres, alta densidade populacional e envelhecimento da população^{5,6}.

Apropriar-se dos fatores que constituem risco para a persistência da TB em países como o Brasil é essencial ao enfrentamento epidemiológico dessa doença, embasando e direcionando de modo efetivo as tomadas de decisão. Nesse sentido, a abordagem espaço-temporal auxilia na compreensão da dinâmica de apresentação da TB, permitindo analisar suas singularidades

e variações ao longo do tempo e das localidades geográficas. Essa abordagem, combinada com estratégias estatísticas e econométricas, amplia o escopo de análise ao adicionar variáveis hipoteticamente relacionadas ao fenômeno, como condições econômicas e demográficas⁵.

Sob esse prisma, objetivou-se analisar a associação entre as variáveis socioeconômicas e a persistência temporal e espacial das taxas de TB notificadas nos municípios brasileiros entre 2001 e 2022, enfatizando uma abordagem explicativa do fenômeno.

Método

Estudo ecológico de séries temporais e análise espacial a partir de dados secundários de fontes públicas, considerando informações dos municípios brasileiros no período de 2001 a 2022. Por tratar-se de dados secundários disponíveis em sistemas de informação de acesso público, respaldou-se pela resolução nº 510/2016, não havendo necessidade de apreciação por comitê de ética em pesquisa.

Para compreensão da persistência da TB nos municípios do Brasil, foram adotadas variáveis relacionadas a saúde, demografia e economia extraídas das fontes de dados ilustradas no Quadro 1.

Os valores do Produto Interno Bruto (PIB) e dos profissionais ocupados na saúde para os anos de 2021 e 2022 foram construídos por média móvel, uma vez que essas informações ainda não foram disponibilizadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e pela Relação Anual de Informações Sociais (RAIS), respectivamente.

Conforme apresentado no Quadro 1, para a construção das variáveis foram calculadas proporções a partir dos dados brutos extraídos das fontes. Inicialmente, a transformação em proporções não seguiu uma distribuição gaussiana. Desta forma, ao encontro do que realizaram Clayton e Schiffers (1987)⁷, Hu *et al.* (2015)⁸, Hradsky e Komarek (2021)⁹, as variáveis em proporções foram, neste estudo, logaritimizadas, permitindo sua aproximação a uma distribuição normal.

A transformação de variáveis em logaritmo na base 10 tem o objetivo de reduzir qualquer viés (*outlier*) de extremidades elevadas (cauda longa), diminuindo os efeitos em medidas como correlação ou regressão desse viés^{10,11}, bem como permitir uma análise em termos de proporções, tornando-a mais compreensível¹².

Quadro 1. Códigos, variáveis, construção dos indicadores e fontes dos dados analisados no estudo. Brasil, 2023.

Código	Variável	Construção do indicador	Fonte de dados
ttb_0105, ttb_0610, ttb_1116, ttb_1722	Taxa de casos notificados de tuberculose (TB) por mil habitantes.	Número de casos de TB em cada unidade observacional dividido pelo total da população e multiplicado por mil.	Sistema de Informação de Agravos de Notificação (Sinan Net) – Ministério da Saúde (MS).
tpos_0105, tpos_0610, tpos_1116, tpos_1722	Taxa de profissionais ocupados na saúde por mil habitantes.	Número bruto de profissionais em saúde ocupados em cada município dividido pelo total da população e multiplicado por mil.	Relação Anual de Informações Sociais (RAIS).
gsp_0105, gsp_0610, gsp_1116, gsp_1722	Gastos com saúde e saneamento <i>per capita</i> .	Valor total de gastos com saúde e saneamento por município dividido pelo número de habitantes*.	Secretaria do Tesouro Nacional (SICOFI) – Finanças do Brasil (FINBRA) – Tesouro Nacional.
den_0105, den_0610, den_1116, den_1722	Densidade demográfica.	Estimativa populacional para cada ano dividida pela área territorial do município em Km ² .	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).
pib_0105, pib_0610, pib_1116, pib_1722	Produto Interno Bruto <i>per capita</i> .	PIB total do município dividido pelo número de habitantes do município*.	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

* Valores deflacionados para o ano de 2022.

Fonte: Autores.

Para a análise dos dados, inicialmente empregou-se a análise exploratória de dados espaciais (AEDE). Esse método visa descrever a distribuição e a associação espacial de determinada variável entre as unidades avaliadas, além de identificar padrões, formas de instabilidade espacial e possíveis *outliers*. Essa análise tem como pressuposto a adoção de uma matriz de ponderação espacial (W), cujos elementos representam o grau de conexão espacial, seguindo critérios de proximidade como contiguidade e/ou distância geográfica¹³.

As matrizes de contiguidade têm pesos espaciais binários e podem ser construídas de acordo com a noção de vizinhança baseada na contiguidade, onde dois municípios são considerados vizinhos se compartilham uma fronteira física. Neste estudo foi utilizada uma matriz de contiguidade do tipo rainha. A definição dessa matriz é embasada nas características da doença e suas formas de transmissão¹³.

A análise incorporou a estatística do Índice de Moran (I de Moran) univariada e bivariada, que permite observar a existência de regimes espaciais globais nos dados, classificando a autocorrelação dos dados como positiva ou negativa. Em caso positivo, a observação de altos valores em uma variável de interesse tende a estar cercada por altos valores dessa mesma variável em

regiões vizinhas (representadas por), indicando similaridade espacial. Essa relação também se aplica aos baixos valores¹⁴.

A estatística Global I de Moran foi aplicada ao contexto bivariado para fins de investigação de associação entre uma variável observada em determinada região com outra variável em regiões vizinhas. A autocorrelação espacial positiva evidencia ligação entre os valores das variáveis em análise e suas posições geográficas^{14,15}.

A adoção dessas técnicas objetivou fornecer uma avaliação do grau de associação linear (positiva ou negativa) entre os valores de uma variável em um município específico (i) e a média de outra variável nos municípios vizinhos. Através dela, é viável cartografar valores de probabilidade significantes estatisticamente. Dessa forma, pode-se gerar o diagrama de dispersão I de Moran, o mapa de significância *local indicators of spatial autocorrelation* (LISA) e o mapa de *clusters* LISA.

No processo de análise econométrica, a dependência espacial em estimações que envolvam variáveis no espaço deve ser considerada como hipótese básica. Nesse sentido, as estimações dos modelos apresentados neste estudo se iniciaram-se pelo básico modelo *ordinary least squares* (OLS). Porém, sabendo-se que o processo gerador de dados espaciais não comporta a

simplificação da hipótese de não heterogeneidade espacial, houve necessidade de testes adicionais, como a estatística I de Moran dos resíduos da regressão, bem como os testes Lagrange multiplier (LM) e LM robustos para processos de erro-espacial e lag-espacial, tendo sua escolha atendido a todos os critérios sugeridos pela literatura especializada^{16,17}. Logo, recorre-se à estrutura geral de um modelo espacial conforme apresentado em Elhorst (2014)¹⁴:

Em que y é a variável dependente, denota os efeitos de interação endógena entre a variável dependente, são os efeitos de interação exógena entre as variáveis independentes e ϵ se refere aos efeitos de interação entre o termo de perturbação das diferentes unidades. Os demais β são parâmetros.

Pelo modelo geral de equação de regressão espacial, representa uma matriz de pesos espaciais, normalizada pela linha, com zeros na diagonal principal (a matriz [rainha] foi a utilizada). Por esse mecanismo, corrige-se o viés nos estimadores, dado pela omissão de variáveis correlacionadas espacialmente, bem como a heterogeneidade espacial, conforme sugerem Lesage e Pace (2009)¹⁸. Assim, quando ρ , o modelo de autocorrelação espacial (SAR) é o indicado; se σ^2 , o modelo de erro espacial (SEM) é o indicado; e se ρ e σ^2 , indica-se o modelo *spatial autoregressive model with autocorrelation error* (SARAR). Neste estudo, considerou-se ainda os casos em que apenas ρ , sendo, nesse caso, indicado o modelo espacial de Durbin (SDM); e no caso em que ρ e σ^2 , o modelo de erro espacial de Durbin (SDEM)^{19,20}. O modelo SDEM foi o indicado pelos testes, e as estimações foram realizadas por ele.

Com o objetivo de testar a presença de autocorrelação espacial nos resíduos, aplicaram-se os testes I de Moran e os testes LM. A definição do intervalo de confiança dos testes I de Moran se deu por meio de simulações de Monte Carlo. Os testes LM seguiram a distribuição qui-quadrada com graus de liberdade iguais ao número de parâmetros espaciais restritos^{19,21}.

A escolha da melhor especificação ocorreu a partir de testes sobre os resíduos de um modelo OLS. Os modelos foram estimados usando o pacote estatístico do *software* R (R Core Team, 2021) *spatialreg*²⁰. Estimou-se a equação espacial em corte transversal para os anos 2001-2005, 2006-2010, 2011-2016, 2017-2022 (regressão em nível). A escolha de recortes temporais, em vez de variáveis binárias, deu-se pelo fato de se objetivar acompanhar os coeficientes das variáveis explicativas sobre a variável explicada em pontos distintos do tempo.

Destaca-se que a codificação utilizada para fins de processamento dos dados e apresentação dos resultados consiste na abreviatura da variável seguida diretamente pelos anos do período ao qual se referem, sendo, por exemplo, *pib_0610* correspondente à informação sobre o PIB do período de 2006 a 2010. Ressalta-se ainda que, como todas as variáveis deste estudo foram trabalhadas nas análises em logaritmo de base 10, ao referir no texto a uma variável como “taxa de casos de tuberculose”, por exemplo, entende-se como sendo o seu logaritmo, ou seja, “logaritmo da taxa de casos de tuberculose”.

Resultados

A análise espacial adotada para visualizar a autocorrelação espacial global baseia-se no diagrama de dispersão de Moran. Dado que a variável de interesse é a taxa logarítmica de casos de TB, observou-se que o coeficiente angular foi positivo, considerando as características de transmissão da doença. Destaca-se que o I de Moran global foi de valor elevado, excedendo em 0,440 no primeiro recorte temporal e em 0,419 no último, o que sinaliza um nível substancialmente alto de autocorrelação espacial, fundamentando a análise espacial e suas implicações geográficas na economia, na dinâmica demográfica e, sobretudo, no setor de saúde dos municípios.

A Figura 1 apresenta o diagrama de dispersão nos quatro intervalos temporais investigados. O quadrante alto-alto (AA) denota que as regiões exibem elevadas taxas de TB por mil habitantes, representadas no primeiro quadrante do diagrama. O segundo quadrante, baixo-alto (BA), refere-se a um grupo no qual qualquer região com baixa taxa de TB por mil habitantes está cercada por regiões com altas taxas de casos. Por sua vez, o terceiro quadrante, baixo-baixo (BB) descreve um agrupamento espacial onde as regiões apresentam valores abaixo da média, circundadas por regiões que também ostentam baixas taxas de casos. Finalmente, o quarto quadrante, alto-baixo (AB), aborda o cenário em que uma região com altas taxas de casos de TB é adjacente a regiões com baixas taxas da doença.

Foi construído o I de Moran global bivariado e todas as autocorrelações espaciais apresentaram significância do ponto de vista estatístico, mostrando relação negativa com a taxa de profissionais de saúde por mil habitantes e com os gastos na área de saúde *per capita*. Portanto, os municípios que apresentam alta taxa de casos

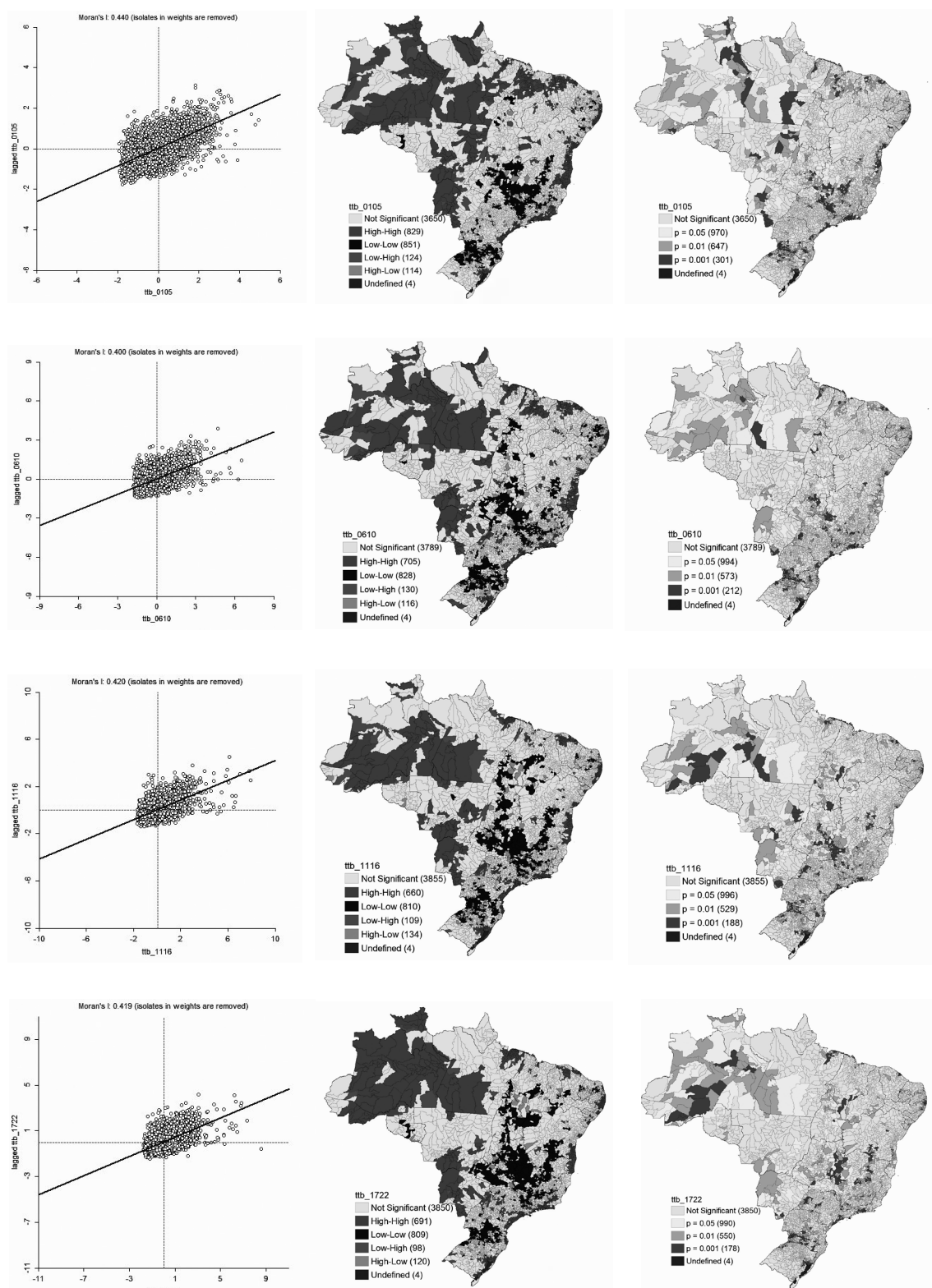


Figura 1. Diagrama de dispersão I de Moran univariado e mapas de significância e clusters LISA univariado para a variável de taxa de casos de tuberculose por mil habitantes – períodos selecionados.

Fonte: Autores.

notificados de TB tendem a estar rodeados por municípios com baixa taxa de profissionais de saúde e que apresentam gastos reduzidos com saúde *per capita*. O inverso também é válido, isto é, os municípios que apresentam baixa taxa de casos notificados de TB tendem a estar rodeados por municípios com alta taxa de profissionais de saúde e elevados gastos na área de saúde, ou seja, maiores investimentos nesse setor proporcionam redução e controle da doença nos municípios e também nos municípios vizinhos.

Nesse mesmo contexto, no caso do PIB *per capita* os resultados apontam que um município com baixas taxas de casos está rodeado de municípios com alto PIB *per capita*. O inverso também se aplica, evidenciando que municípios mais pobres tendem a sofrer mais com incidência e transmissão da doença. Em relação à densidade demográfica, evidencia-se uma relação positiva, isto é, quando há elevada taxa de casos notificados de TB no município, este é rodeado de municípios com alta densidade demográfica, mostrando algo esperado, dadas as características de transmissão.

As altas taxas de autocorrelação espacial desvelam a necessidade de examinar os mapas LISA e suas significâncias no contexto bivariado. Inicialmente, analisou-se a relação entre taxas de casos de TB, taxas de profissionais de saúde e gastos com saúde *per capita* (Figura 2), em seguida, taxas de casos da doença, densidade demográfica e PIB *per capita* (Figura 3).

A Figura 2 ilustra o mapa de *clusters* bivariados LISA para as variáveis taxa de casos notificados de TB e taxa de profissionais de saúde por mil habitantes. Ressalta-se que os *clusters* do tipo AB no Acre, Amazonas, Pará e Maranhão indicam associação entre taxa elevada de casos e baixa taxa de profissionais de saúde nas localidades, o que destaca a necessidade de maior presença de profissionais nesses estados. Além disso, o *cluster* do tipo AA é mais proeminente em estados como São Paulo, Rio de Janeiro e Porto Alegre, apontando uma relação complexa entre altas taxas de TB e grande quantidade de profissionais de saúde por mil habitantes nessas áreas. Também é muito forte a relação BA evidenciada pelos *clusters* nessas regiões, ou seja, baixa taxa de casos e altas taxas de profissionais de saúde no município vizinho.

Finalmente, é possível identificar uma grande quantidade de *clusters* do tipo BB em municípios situados na região do MATOPIBA (Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia), região de expansão da fronteira do agronegócio em tempos recentes. Além disso, os *clusters* do tipo BA, ou seja, municípios com baixa taxa de casos em proximidade

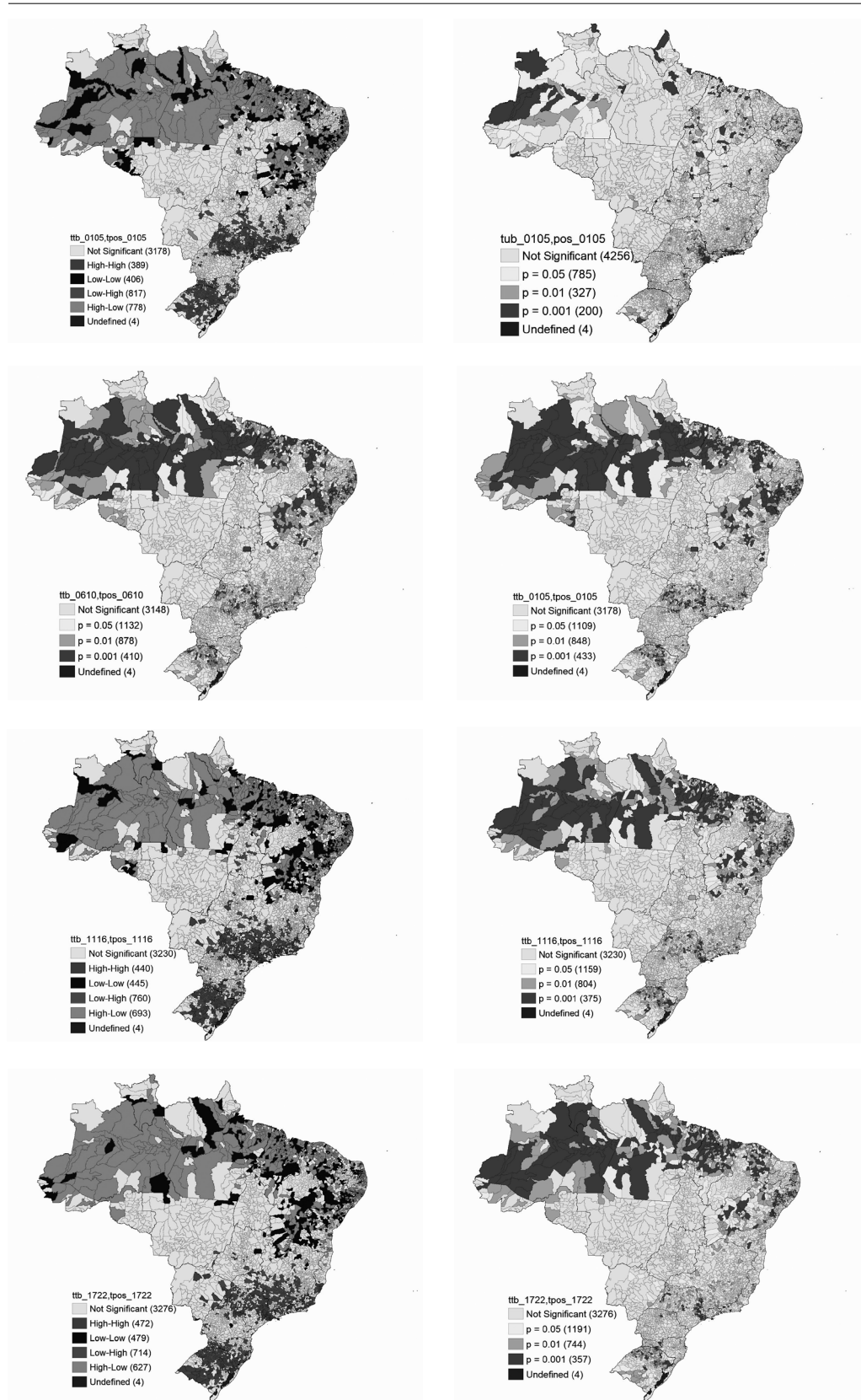
com municípios que apresentam alta taxa de profissionais de saúde, também estão localizados nas imediações de estados do centro-sul brasileiro.

Quanto aos gastos com saúde *per capita*, a Figura 2 exhibe o Moran Local bivariado para as ocorrências de TB e essa variável nos anos selecionados. É relevante destacar o *cluster* bivariado AB, predominante nas regiões Norte e Nordeste, que indica que municípios com elevada taxa de casos de TB por mil habitantes apresentam gastos reduzidos com saúde *per capita*. Na análise espaço-temporal, tal *cluster* demonstra tendência crescente e com estabilização no último período. No primeiro recorte temporal (2001-2005), foram identificados 557 *clusters*, elevando-se para 604 no segundo recorte (2006-2010), 690 no terceiro (2011-2016) e, por fim, permanecendo em 690 nos últimos anos de investigação (2017-2022).

Enquanto isso, os *clusters* AA predominam na região Centro-Oeste do Brasil, evidenciando que o aumento nas taxas da doença está correlacionado a gastos na área da saúde, essa relação no espaço-tempo vai variando entre reduções e aumentos, sugerindo a possibilidade de maiores gastos como forma de melhoria na área da saúde nesses estados. Por sua vez, os *clusters* do tipo BB revelam uma distribuição mais dispersa pelo país. Por último, os *clusters* do tipo BA também são relevantes no Centro-Oeste e na região oeste do estado de São Paulo, o que sinaliza que há uma baixa taxa de casos associada a elevados gastos com saúde *per capita* em determinados municípios.

A Figura 3 apresenta o Moran Local bivariado para as ocorrências de TB e a densidade demográfica dos municípios brasileiros nos anos selecionados. Os dados mostram que, no primeiro recorte, a taxa de casos de TB por mil habitantes está relacionada à alta densidade demográfica dos seus vizinhos. Destaca-se, porém, o fato de o *cluster* AB concentrar 554 municípios, sobretudo nas regiões Norte, Nordeste e Centro-oeste, desvelando que a densidade demográfica pode ser um fator de risco de transmissão, mas as áreas endêmicas no país são aquelas consideradas menos densamente povoadas, em termos de habitantes por km². Assim, os municípios com alta taxa de casos estão próximos aos municípios com baixa densidade demográfica.

Nos recortes de 2011-2016 e 2017-2022, a composição dos *clusters* nessa dimensão mostra padrões semelhantes aos demais recortes. Reconhece-se um padrão no tempo e no espaço entre as relações de taxa de casos de TB em um município e a densidade demográfica dos municípios vizinhos.



continua

Figura 2. Mapa de clusters e significância LISA bivariado para as variáveis de taxa de casos de tuberculose e taxa de profissionais da saúde, taxa de casos de tuberculose e gastos com saúde e saneamento *per capita* – períodos selecionados.

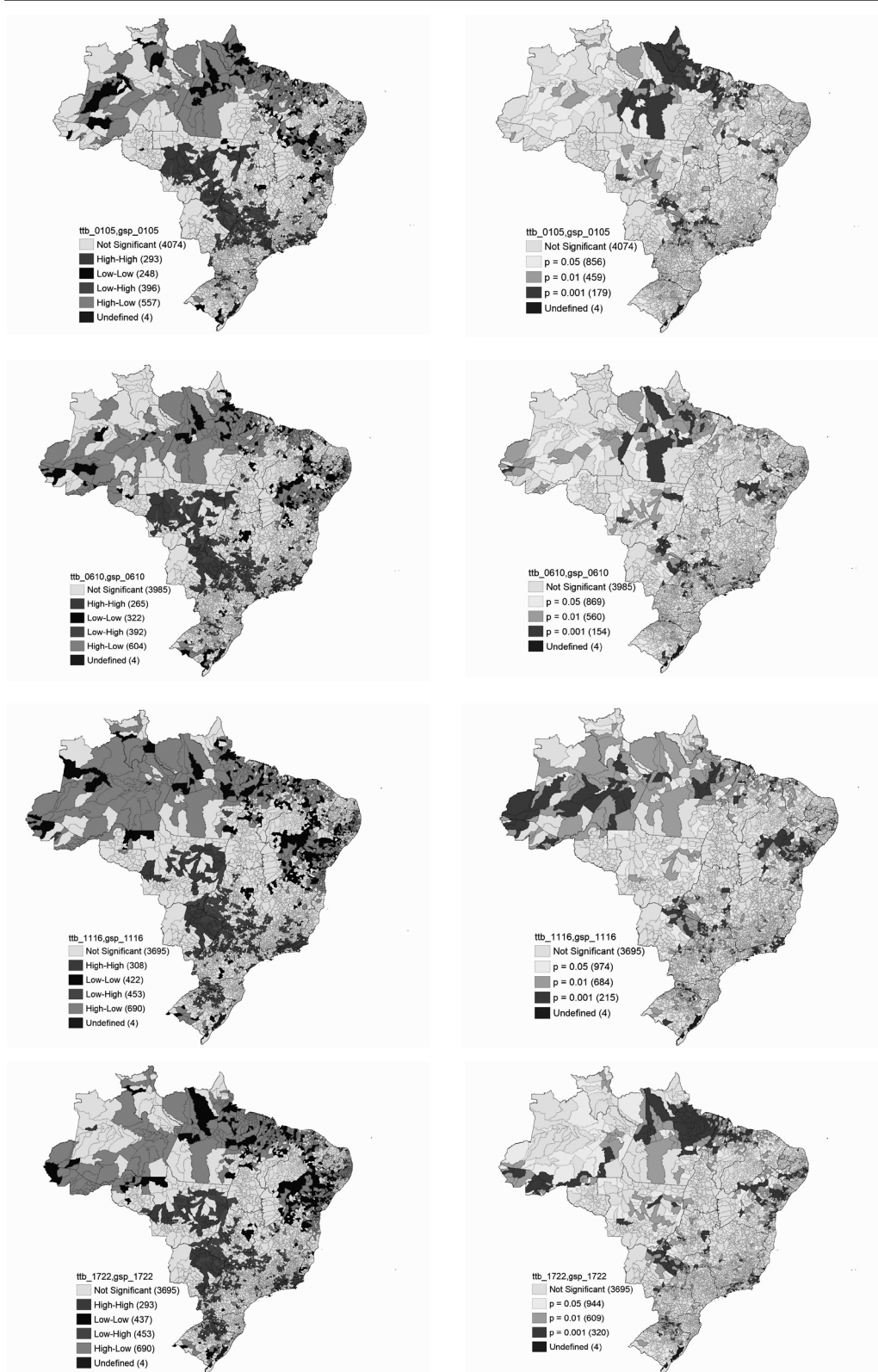
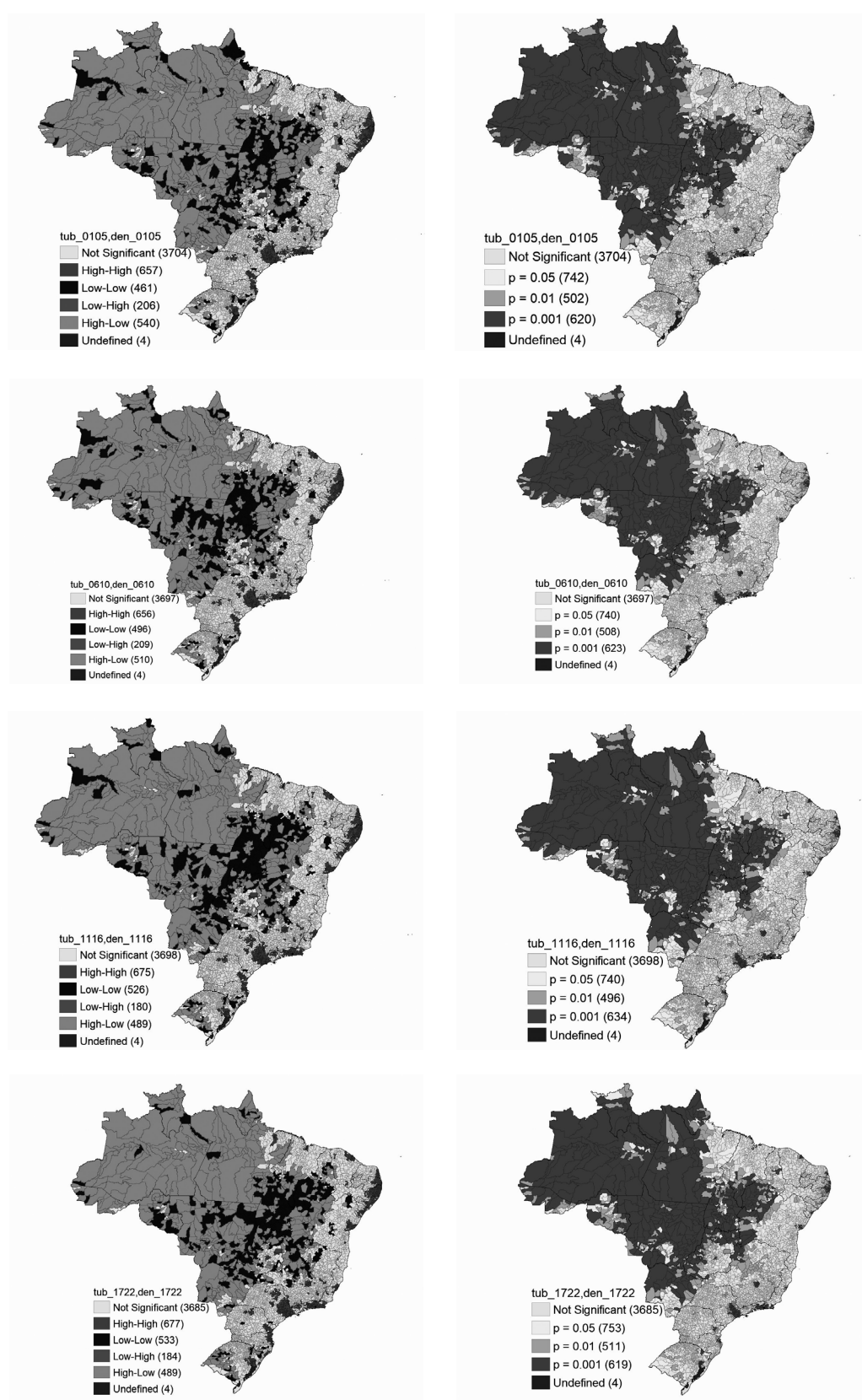


Figura 2. Mapa de clusters e significância LISA bivariado para as variáveis de taxa de casos de tuberculose e taxa de profissionais da saúde, taxa de casos de tuberculose e gastos com saúde e saneamento *per capita* – períodos selecionados.

Fonte: Autores.



continua

Figura 3. Mapa de *clusters* e significância estatística LISA bivariado para as variáveis taxa de casos de tuberculose e densidade demográfica, taxa de casos de tuberculose e PIB *per capita* – períodos selecionados.

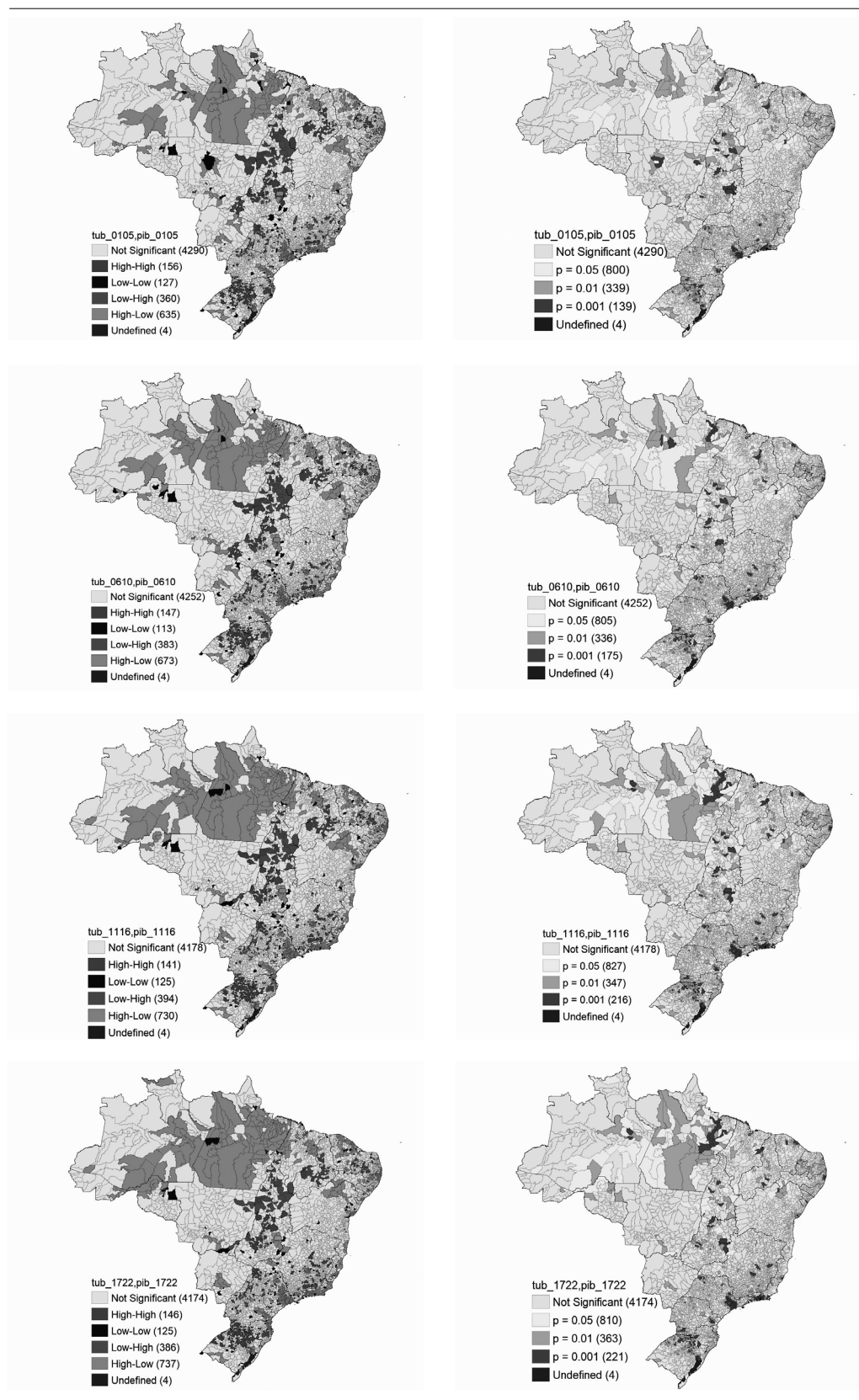


Figura 3. Mapa de *clusters* e significância estatística LISA bivariado para as variáveis taxa de casos de tuberculose e densidade demográfica, taxa de casos de tuberculose e PIB *per capita* – períodos selecionados.

Fonte: Autores.

Na dimensão de taxa de casos de TB e PIB *per capita* dos municípios, a Figura 3 mostra que há uma relação inversa entre essas duas variáveis. Os municípios com altas taxas de casos de TB por mil habitantes estão associados a municípios vizinhos com baixo PIB *per capita*, e esse padrão predominou entre aqueles com significância estatística, conforme os respectivos mapas. Nos recortes que compreenderam os anos de 2011-2016 e 2017-2022, também se mantém o padrão tempo-espaço dos recortes anteriores. Com isso, pode-se inferir que há forte correlação espacial entre as elevadas taxas de casos de TB em um município e o baixo PIB *per capita* de seus vizinhos.

Os resultados apresentados na Tabela 1 foram estimados por meio do modelo SDEM, e mostram que, nos dois primeiros recortes, a variável número de profissionais ocupados em saúde por mil habitantes apresentava impactos negativos, mas sem significância estatística sobre a taxa de diagnósticos, também por mil habitantes. Nos dois últimos recortes, a variável apresentou sinal negativo, mostrando que o aumento da taxa de profissionais de saúde em 1% no município contribuía para a redução da taxa de casos notificados de TB em 1,5% e em 2,1% no penúltimo e no último recortes, respectivamente. Além disso, a variável em *lag* mostra o efeito que a variável tem sobre os municípios vizinhos. Nesse sentido, é possível afirmar que, em todos os recortes apresentados na tabela, o aumento da taxa de profissionais de saúde por mil habitantes em um município apresentou impacto na redução da taxa de casos por mil habitantes no município vizinho, sendo os efeitos indiretos estatisticamente significativos e maiores que os efeitos diretos, conforme pode ser visualizado na tabela.

A variável densidade demográfica, em todos os recortes, quando se trata dos efeitos diretos, apresenta sinal positivo, apontando que o aumento da quantidade de habitantes por km² no município impacta no aumento da taxa de casos confirmados de TB por mil habitantes. Em *lag* (efeitos indiretos – efeitos no município vizinho), os dois primeiros recortes mostram que ela tem impacto negativo sobre os municípios vizinhos, e nos dois últimos a variável não apresentou significância estatística.

A variável gasto com saúde e saneamento *per capita* em todos os recortes temporais apresentou sinal positivo, mostrando haver relação entre aumento do gasto com saúde e saneamento e aumento dos casos de TB por mil habitantes no mesmo município. O *lag* dessa variável tam-

bém apresentou sinal positivo e com significância para todos os recortes analisados.

Em contraponto, a variável PIB *per capita* apresentou sinal negativo em todos os recortes. O aumento em 1% no PIB *per capita* de um município apresentou impacto na redução da taxa de TB por mil habitantes em 5,6% e em 6,4% nos dois primeiros recortes e em 9% e 10,8% nos dois últimos recortes analisados, respectivamente. Além disso, o aumento em 1% no PIB *per capita* de um município impactou na redução em 7,1%, 7,1%, 7,9% e 6,6% na taxa de TB por mil habitantes no município vizinho nos recortes temporais apresentados, respectivamente.

Discussão

Durante os anos estudados, observou-se que municípios com altas taxas de casos de TB por mil habitantes estavam circundados de outros municípios com o mesmo retrato de casos de TB, sendo esse padrão identificado principalmente na região Norte do Brasil, especialmente no estado do Pará, na região Nordeste, com destaque ao Maranhão, Ceará e norte da Bahia, região litorânea da Paraíba, seguindo até o Paraná, e no estado do Mato Grosso do Sul, mantendo o padrão espacial durante todos os anos estudados. O número de municípios com altas taxas de casos reduziu discretamente no decorrer dos anos estudados, mas ainda representando grandes taxas, longe de atingir as metas de diminuição ou eliminação da doença estabelecidas pela OMS e o Ministério da Saúde (MS)^{22,23}.

Estudos mostram que a distribuição espacial da TB indica que áreas com taxas de incidência semelhantes tendem a estar próximas, ou seja, agrupadas²⁴. Isso reforça a relação entre aglomerados espaciais da endemia de TB, ressaltando que esses locais são importantes na cadeia de transmissão da doença²⁵.

Estudo recente, com o objetivo de identificar os determinantes das variáveis da TB e suas tendências durante os anos de 2005 e 2016 nas diversas regiões do Brasil, identificou que o Norte do Brasil é a região com a maior temperatura média anual, menor cobertura de atenção primária à saúde (APS), menores concentrações de médicos e enfermeiros e com baixo nível de Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), a segunda menor do Brasil²⁶, sendo possível que esses indicadores sejam importantes para a maior taxa de casos concentrados na região Norte do Brasil.

Tabela 1. Impactos das variáveis selecionadas sobre a redução da taxa de casos e tuberculose nos municípios brasileiros – 2001-2022.

Variáveis	<i>Dependent variable</i>			
	(ttb_0105)	(ttb_0610)	(ttb_1116)	(ttb_1722)
Efeito direto				
tpos	-0.008 (0.010)	-0.004 (0.009)	-0.015* (0.009)	-0.021** (0.009)
den	0.061*** (0.006)	0.045*** (0.006)	0.035*** (0.007)	0.024*** (0.007)
pib	-0.056*** (0.005)	-0.064*** (0.005)	-0.090*** (0.006)	-0.108*** (0.007)
gsp	0.063*** (0.011)	0.060*** (0.014)	0.103*** (0.017)	0.126*** (0.018)
Efeito indireto				
lag.tpos	-0.189*** (0.021)	-0.121*** (0.019)	-0.117*** (0.019)	-0.091*** (0.019)
lag.den	-0.057*** (0.009)	-0.038*** (0.009)	-0.008 (0.010)	0.004 (0.010)
lag.pib	-0.071*** (0.010)	-0.071*** (0.010)	-0.079*** (0.012)	-0.066*** (0.013)
lag.gsp	0.063*** (0.024)	0.073*** (0.028)	0.100*** (0.031)	0.079** (0.032)
Efeito total				
tpos	-0.197*** (0.031)	-0.125*** (0.028)	-0.132*** (0.028)	-0.112*** (0.028)
den	0.004*** (0.001)	0.007*** (0.001)	0.027*** (0.001)	0.028*** (0.001)
pib	-0.127*** (0.015)	-0.135*** (0.015)	-0.169*** (0.018)	-0.174*** (0.020)
gsp	0.126*** (0.035)	0.133*** (0.042)	0.203*** (0.048)	0.205*** (0.050)
Constant	1.560*** (0.145)	1.328*** (0.180)	1.088*** (0.198)	0.978*** (0.209)
Observations	5,570	5,570	5,570	5,570
Log likelihood	-1,582.392	-1,540.275	-1,724.641	-1,818.520
sigma ²	0.096	0.096	0.102	0.105
Akaike inf. crit.	3,186.785	3,102.550	3,471.282	3,659.039
Wald test (df = 1)	1,524.501***	1,244.366***	1,424.669***	1,451.958***
LR test (df = 1)	1,253.231***	1,073.001***	1,215.250***	1,269.974***

* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001.

Fonte: Autores.

Diversos são os fatores que podem contribuir para a disseminação da TB, pois se trata de uma doença com determinantes biológicos, clínicos e socioeconômicos, como pobreza, aglomeração, coinfeção por HIV, desnutrição e acesso insuficiente aos cuidados em saúde²⁷. Dessa forma, é importante destacar que uma única variável isolada não tem a capacidade de determinar o aumento ou redução dos casos de TB, mas compreender o comportamento dessas variáveis em tempo e espaço pode ajudar a en-

tender o conjunto de fatores que determinam o acometimento da população pela doença.

A forte relação de fatores socioeconômicos com a TB auxilia na compreensão de sua persistência em países em desenvolvimento como o Brasil, considerando ainda sua heterogeneidade populacional e extensão territorial^{26,28}.

Nas variáveis analisadas nesse estudo, reforça-se a associação entre os casos de TB e a pobreza e problemáticas por ela desencadeadas, como fome e desnutrição, déficits nas condições

de higiene, dificuldades de acesso a saneamento básico e condições ruins de moradia. No Brasil, essas situações são observadas principalmente em locais remotos e de maior interiorização. Além disso, a disponibilidade de profissionais de saúde ocupados pode contribuir para o acesso a políticas públicas de saúde e oportunidades de atenção à saúde, como vigilância e diagnóstico precoce²⁹.

Resultados complexos foram encontrados quanto às análises bivariadas entre as taxas de casos de TB e as variáveis taxa de profissionais ocupados na saúde por mil habitantes e gastos com saúde e saneamento *per capita*. Municípios com altas taxas de casos de TB estão circundados por municípios com alta proporção de profissionais de saúde ocupados por mil habitantes, padrão evidente nos estados de São Paulo e Rio de Janeiro, grandes centros urbanos. Já em algumas regiões do Amazonas, Acre e MATOPIBA (Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia), municípios com altas taxas de casos da doença estão circundados por municípios com baixa taxa de profissionais de saúde ocupados. Sugere-se que o fenômeno pode estar vinculado a outros fatores, como densidade demográfica, mobilidade urbana e outras características específicas das cidades.

O diagnóstico oportuno e o tratamento completo de indivíduos com TB envolve, além da disponibilidade de profissionais de saúde ocupados, o acesso aos serviços de saúde em que esses profissionais atuam, em especial à APS³⁰.

Em se tratando de gastos com saúde e saneamento *per capita*, observa-se que municípios com alta taxa de casos de TB estão circundados por municípios com baixo gasto com saúde e saneamento, padrão evidenciado nas regiões Norte e Nordeste. Esse cenário ilustra uma agenda de políticas públicas não resolutivas, com impactos na saúde e nas metas de controle e eliminação da TB, o que contribui para a inclusão de indicadores relacionados nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) que visam estimular o acesso universal à saúde e ações intersetoriais que incidam sobre os determinantes sociais para acabar com essa doença até 2030^{27,31}.

A análise econométrica evidenciou que, nos dois primeiros períodos estudados, quando referentes ao próprio município, o aumento de 1% na média da taxa de profissionais de saúde por mil habitantes aumenta a média da taxa de casos notificados de TB no próprio município. No entanto, quando referente ao impacto nos municípios vizinhos, observa-se, em todos os períodos estudados, que o aumento de 1% na taxa de pro-

fissionais de saúde de uma cidade implica redução de 9,1% (2017-2022) a 18,9% (2001-2005) nas taxas de casos de TB, esse impacto sendo cada vez menor no decorrer dos anos.

É inegável que diagnosticar e tratar corretamente os casos de TB são medidas fundamentais para o seu controle²⁵. Dessa forma, embora a redução de casos seja necessária e esperada, nem sempre esse fenômeno representa os casos reais presentes na população, pois pode haver subnotificação. Assim, a maior oferta de serviços de saúde, maior número de profissionais capacitados e melhores condições de diagnóstico e tratamento para os casos de TB podem se refletir no aumento do registro de notificações e em um melhor reconhecimento dos casos²⁴.

A APS se configura como porta de entrada aos serviços de saúde, constituindo locus oportuno para investigação e diagnóstico da TB. Estudo sobre a acessibilidade da APS no Brasil observou que existe dificuldade de acesso da população aos profissionais de saúde (médicos e enfermeiros), mais acentuadamente nas regiões Norte e Nordeste³¹.

O diagnóstico precoce é um dos fatores mais importantes para o controle da doença, podendo estar relacionado ao tipo de serviço de saúde procurado pelo usuário como porta de entrada. Embora a busca ativa de sintomáticos respiratórios se configure como uma atividade multiprofissional com o objetivo de diagnosticar precocemente os casos de TB e interromper sua cadeia de transmissão, o agente comunitário de saúde (ACS) se destaca como principal profissional na identificação desses casos na comunidade^{33,34}.

Dessa forma, fica evidente a necessidade de preparo e capacitação desses profissionais e a importância do envolvimento de toda a equipe de saúde, principalmente do enfermeiro e do médico, na educação permanente e continuada da equipe. Além disso, o acesso deve ser fácil, prestando atenção adequada e resolutiva, e garantir a continuidade da assistência em serviços especializados quando necessário³³.

O Nordeste e o Norte são marcados pela alta rotatividade de profissionais da saúde nos serviços de APS, o que reforça a precarização e a ausência de vínculos com os pacientes e a comunidade. Esse fato interfere diretamente no processo de formação e educação continuada dos profissionais, pois as ações não se completam³³.

A análise econométrica evidenciou associação entre a densidade demográfica e o acometimento pela TB, ao passo que o aumento de 1% na média da densidade demográfica aumenta

em até 6,1% a média de casos registrados por mil habitantes no próprio município, e esse mesmo aumento da densidade demográfica reduz em até 5,7% a taxa de casos nos municípios vizinhos. Isso pode ser explicado pelo processo de migração, em que há um movimento de pessoas de um lugar para outro, seja saindo ou chegando. Na ocasião, sugere-se que o movimento de indivíduos de cidades menores circunvizinhas para aquelas com maiores oportunidades de emprego, estudo, saúde, entre outras condições, pode ocasionar esse fenômeno de aumento da densidade demográfica no município de chegada e a consequente redução de casos nos municípios vizinhos em que houve a emigração.

O PIB *per capita* se destacou em todo o estudo como uma importante variável determinante para a incidência e persistência da TB em todo o país, isso porque municípios localizados em áreas de baixo PIB *per capita*, mesmo quando apresentam baixa densidade demográfica, ainda se mostraram com elevado número de casos de TB por mil habitantes, seja no próprio município, seja em municípios vizinhos, a exemplo das regiões Norte e Nordeste. Esse fenômeno talvez evidencie a pobreza como um dos mais importantes fatores na determinação da doença.

Estudo que avaliou os efeitos da pobreza na dinâmica de transmissão da TB identificou que a transmissão da doença é mais comum nas comunidades atingidas pela pobreza do que nas comunidades ricas. Além disso, os resultados sugeriram que, mesmo quando todos os outros fatores determinantes são iguais, a taxa de contatos considerados pobres terá mais impacto do que a taxa de contatos considerados ricos, apoiando o argumento de que a TB é uma doença dos pobres³⁵.

Estima-se que acabar com a pobreza extrema resultaria em uma redução da incidência global de TB de 33,4% (IC95%) até 2035, e que a expansão da cobertura da proteção social geraria uma redução na incidência de 76,1% até 2035; ambas as vias, juntas, resultam numa redução na incidência de 84,3% nos casos de TB³⁶.

A relação dependente entre a TB e a pobreza ocorre pelo efeito cíclico resultado da associação entre a pobreza e a precariedade das condições de saúde, reduzindo as oportunidades de trabalho e de subsistência. É evidente a associação entre pobreza e aglomerados urbanos (favelas), falta de serviços básicos de saúde, alimentação inadequada, baixa escolaridade, abuso de álcool, tabaco e outras drogas. Todos esses fatores estão diretamente ligados ao acometimento pela doença, o que potencializa ainda mais essa relação entre pobreza e TB³⁷.

Este estudo se destaca por apresentar análises robustas de uma série temporal longa, últimos 20 anos, abordando anos pré e pós-pandemia de COVID-19, com uma grande amostra em todo o território brasileiro. No entanto, por tratar-se de estudo com dados secundários de bases de dados brasileiras, pode-se apontar como limitação a qualidade dos dados coletados por meio da vigilância epidemiológica em todo o território nacional, podendo haver vieses de preenchimento e subnotificações. Entretanto, reconhece-se essa como uma fonte segura de dados que tem sido adotada para subsidiar políticas públicas de saúde no Brasil e tecer comparações com outras localidades.

Pode-se listar ainda como limitação a não realização de análises de moderação e confusão, posto o teor dos dados disponíveis, o que possibilita a elaboração de hipóteses, mas não delimitações causais. Além disso, tem-se também como potencial fonte de confundimento a impossibilidade de considerar as diferentes estruturas etárias dos dados pela ausência desses registros nas fontes em grande parte dos municípios brasileiros, o que pode ser apontado como um aspecto a ser aperfeiçoado nos sistemas públicos de informação, de modo que novas análises possam ser realizadas. Por fim, destaca-se a impossibilidade de quantificar a diferença e dependência ao longo do período analisado, tendo em vista a realização de análises estratificadas.

Frente a esse desafio, reconhece-se que o estudo tem potencial para contribuir com a saúde pública ao associar a análise econométrica em seus métodos de análise, assegurando o reconhecimento da economia como determinante social da saúde.

Conclusão

A persistência temporal e espacial de TB no Brasil é complexa e está associada a diferentes determinantes sociais de saúde. As regiões brasileiras que mais se destacaram pela persistência nas taxas de casos notificados de TB por mil habitantes foram as regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste. Identificou-se ainda que essas taxas estão diretamente relacionadas ao número de profissionais de saúde ocupados por mil habitantes e à densidade demográfica. Em contraponto, está inversamente relacionado ao PIB *per capita* e a gastos *per capita* com saúde.

Entre as variáveis analisadas, destaca-se o PIB *per capita* na determinação das taxas de casos de TB notificados, visto que regiões com

baixo PIB *per capita*, como a Norte, mesmo apresentando baixa densidade demográfica, mostraram alta persistência da TB nos anos estudados. Esses dados enfatizam a pobreza como forte influente no acometimento pela doença.

As reflexões remetem à necessidade de políticas públicas em saúde e ações intersetoriais que sejam direcionadas a cada espaço geográfico com base em suas particularidades e nos principais determinantes e condicionantes sociais presentes nas localidades.

Tendo em vista a multicausalidade da TB e sua relação com o espaço geográfico, sugerem-se estudos que explorem o comportamento dessa doença e seus determinantes em áreas brasileiras específicas e que abordem os anos da década de 2020. Além disso, faz-se relevante a investigação das singularidades de cada região brasileira e como essas podem impactar no acometimento pela TB.

Colaboradores

NKM Souza trabalhou no delineamento e concepção da pesquisa, discussão e redação do texto, revisão e leitura final e correspondência à revista; LDS Machado participou da discussão e redação do texto, revisão e leitura final; DF Alves e LA Silva Filho trabalharam na coleta dos dados, análises estatísticas e econométricas, revisão e leitura final; VM Silva trabalhou na redação, revisão e leitura final do texto.

Referências

1. Taylan M, Dogru S, Sezgi C, Yilmaz SL. Epidemiological Trends and Seasonal Dynamics of Tuberculosis in Southeastern Turkey. *Niger J Clin Pract* 2023; 26(7):928-33.
2. Sveinbjornsdottir GM, Kamowa D, Katundu PN, Gizurarson S. Compliance and illiteracy when treating tuberculosis. *Int Health* 2023; 16(1):126-128.
3. World Health Organization (WHO). *Global tuberculosis report 2023*. Geneva: WHO; 2023.
4. Pinto PFPS, Teixeira CSS, Ichihara MY, Rasella D, Nery JS, Sena SOL, Brickley EB, Barreto ML, Sanchez MN, Pescarini JM. Incidence and risk factors of tuberculosis among 420 854 household contacts of patients with tuberculosis in the 100 Million Brazilian Cohort (2004-18): a cohort study. *Lancet Infect Dis* 2023; 24(1):46-56.
5. Lima SVMA, dos Santos AD, Duque AM, Goes MAO, Peixoto MVS, Araújo DC, Ribeiro CJN, Santos MB, Araújo KCGM, Nunes MAP. Spatial and temporal analysis of tuberculosis in an area of social inequality in Northeast Brazil. *BMC Public Health* 2019; 19(1):873.
6. 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 Saude Colet* 2018; 26(2):203-210.
7. Clayton D, Schifflers E. Models for temporal variation in cancer rates. I: Age-period and age-cohort models. *Stat Med* 1987; 6(4):449-467.

8. Hu Y, van Lenthe FJ, Mackenbach JP. Income inequality, life expectancy and cause-specific mortality in 43 European countries, 1987-2008: a fixed effects study. *Eur J Epidemiol* 2015; 30(8):615-625.
9. Hradsky O, Komarek A. Demographic and public health characteristics explain large part of variability in COVID-19 mortality across countries. *Eur J Public Health* 2021; 31(1):12-16.
10. Mucelin CA. A teoria dos logaritmos: modelos e aplicações. *Rev Tecnol Human* 2001; 15(21):34-45.
11. Chen Y. On the four types of weight functions for spatial contiguity matrix. *Letters Spatial Res Sci* 2012; 5(2):65-72.
12. Gomes HMG, Pavanelo E. Uma história a respeito dos Logaritmos. *Rev Bras Hist Matematica* 2022; 22(43):102-123.
13. Getis A, Aldstadt J. Constructing the spatial weights matrix using a local statistic. *Geo Analysis* 2004; 36(2):90-104.
14. Elhorst JP, organizer. *Spatial econometrics: from cross-sectional data to spatial panels*. Heidelberg: Springer; 2014.
15. Anselin, L. Lagrange multiplier test diagnostics for spatial dependence and spatial heterogeneity. *Geo Analysis* 1988; 20(1):1-17.
16. Le Gallo, J. Cross-Section Spatial Regression Models. In: MM Fischer, P Nijkamp, editors. *Handbook of regional science*. Heidelberg: Springer; 2014. p. 1511.
17. Lesage J, Pace KP. *Introduction to spatial econometrics*. Boca Raton: CRC Press; 2009.
18. Anselin L, Bera AK. Spatial dependence in linear regression models with an introduction to spatial econometrics. In: Lesage J, Pace KP, eitors. *Introduction to spatial econometrics: handbook of applied economic statistics*. Boca Raton: CRC Press; 1998.
19. Bivand R, Millo G, Piras G. A review of software for spatial econometrics in R. *Mathematics* 2021; 9(11):1276.
20. Burridge P. On the Cliff-Ord test for spatial correlation. *J Royal Stat Soc Series B (Methodol)* 2018; 42(1):107-108.
21. World Health Organization (WHO). *The End TB strategy*. Geneva: World Health Organization; 2015.
22. Brasil. Ministério da Saúde (MS). *Brasil Livre da Tuberculose: Plano Nacional pelo Fim da Tuberculose como Problema de Saúde Pública: estratégias para 2021-2025*. Brasília: MS; 2021.
23. Lima SS, Vallinoto ACR, Machado LFA, Ishak MOG, Ishak R. Análise espacial da tuberculose em Belém, estado do Pará, Brasil. *Rev Pan-Amaz Saude* 2017; 8(2):55-63.
24. Maciel ELN, Sales CMM. A vigilância epidemiológica da tuberculose no Brasil: como é possível avançar mais? *Epidemiol Serv Saude* 2016; 25(1):175-178.
25. Cortez AO, Melo AC, Neves LO, Resende KA, Carmargos P. Tuberculosis in Brazil: one country, multiple realities. *J Bras Pneumol* 2021; 47(2):e20200119.
26. Trajman A, Saraceni V, Durovni B. Os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável e a tuberculose no Brasil: desafios e potencialidades. *Cad Saude Publica* 2018; 34(6):e00030318.
27. Lima SVMA, Santos AD, Duque AM, Goes MAO, Peixoto MVS, Araújo DC, Ribeiro CJN, Santos MB, Araújo KCGM, Nunes MAP. Spatial and temporal analysis of tuberculosis in an area of social inequality in Northeast Brazil. *BMC Public Health* 2019; 19(1):873.
28. Macedo Junior AM, Silva CDD, Araújo EM, Silva JD, Gomes JT, Granjeiro JSC, Rocha MS. Perfil epidemiológico e fatores determinantes na saúde ambiental da tuberculose no Brasil. *Rev Ibero Am Cienc Ambient* 2020; 11(7):243-252.
29. Paiva JPS, Brito AB, Bezerra-Santos M, Carmo RF, Souza CDE. Temporal trend of Tuberculosis incidence in northeastern Brazilian municipalities according to Social Vulnerability Index parameters: an ecological study. *J Bras Pneumol* 2023; 49(1):e20220353.
30. Wei X, Fu T, Chen D, Gong W, Zhang S, Long Y, Wu X, Shao Z, Liu K. Spatial-temporal patterns and influencing factors for pulmonary tuberculosis transmission in China: an analysis based on 15 years of surveillance data. *Environ Sci Pollut* 2023; 30: 96647-99659.
31. Figueiredo DCMM, Shimizu HE, Ramalho WM. A acessibilidade da atenção básica no brasil na avaliação dos usuários. *Cad Saude Colet* 2020; 28(2):288-301.
32. Cecilio HPM, Teston EF, Marcon SS. Acesso ao diagnóstico de tuberculose sob a ótica dos profissionais de saúde. *Texto Contexto Enferm* 2017; 26(3):e0230014.
33. Matos LP, Oliveira LAT, Ribeiro AF. Educação permanente como ferramenta estratégica para melhoria dos indicadores de busca ativa dos sintomáticos respiratórios de tuberculose em uma unidade de saúde da família no município de Guarulhos – SP. *Rev APS* 2020; 23(4):775-790.
34. Bhunu CP, Mushayabasa S, Smith RJ. Assessing the effects of poverty in tuberculosis transmission dynamics. *Applied Mathematical Modelling* 2012; 36(9):4173-4185.
35. Carter DJ, Glaziou P, Lönnroth K, Siroka A, Floyd K, Weil D, Raviglione M, Houben RMGJ, Boccia D. The impact of social protection and poverty elimination on global tuberculosis incidence: a statistical modelling analysis of Sustainable Development Goal 1. *Lancet Global Health* 2018; 6(5):E514-E522.
36. 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.

Artigo apresentado em 21/10/2023

Aprovado em 19/06/2024

Versão final apresentada em 21/06/2024

Editores-chefes: Maria Cecília de Souza Minayo, Romeu Gomes, Antônio Augusto Moura da Silva

