REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS CASOS DE TUBERCULOSE NO ESTADO DO CEARÁ NO PERÍODO DE 2013 A 2023

SPATIAL DISTRIBUTION OF TUBERCULOSIS CASES IN THE STATE OF CEARÁ FROM 2013 TO 2023

DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LOS CASOS DE TUBERCULOSIS EN EL ESTADO DE CEARÁ ENTRE 2013 Y 2023

Yann Nobre Viana[1], Jacques Antonio Cavalcante Maciel[2], Myrna Maria Arcanjo Frota Barros[3], Gean Erick da Rocha de Maria[4], Yvina Karine Parente Carneiro[5], Sabrina Maria Carreiro Almeida[6], Cirliane de Araújo Morais[7], Jorge Luis Pires de Moraes[8]

e747697
https://doi.org/10.47820/recima21.v7i4.7697

PUBLICADO: 04/2026

RESUMO

A tuberculose é uma doença infecciosa e transmissível, associada a condições de vulnerabilidade social, cuja disseminação é favorecida por aglomerações populacionais. Este estudo teve como objetivo analisar a autocorrelação espacial dos casos de tuberculose nos municípios do estado do Ceará, no período de 2013 a 2023. Trata-se de um estudo ecológico, com dados provenientes do Sistema de Informação de Agravos de Notificação, abrangendo os 184 municípios do estado do Ceará. Foram calculadas as taxa de detecção acumulada por 10.000 habitantes, seguidas de análise de autocorrelação espacial, com aplicação de suavização bayesiana e elaboração de mapas temáticos. A taxa de detecção foi de 53,17 casos por 10.000 habitantes. Os municípios de Itaitinga e Sobral apresentaram os maiores valores, com 318,48 e 90,08 casos por 10.000 habitantes, respectivamente. O índice de Moran global foi de 0,309 ($p<0,05$), indicando autocorrelação espacial positiva, com a formação de cinco clusters, sendo dois do tipo alto-alto, localizados nas regiões norte e litoral nordeste, e três do tipo baixo-baixo. Observou-se padrão de dependência espacial na distribuição dos casos de tuberculose, com maior concentração nas regiões norte e nordeste do estado. Esses achados sugerem associação com fatores como densidade populacional e vulnerabilidade socioeconômica, evidenciando a necessidade de direcionamento de políticas públicas para áreas prioritárias.

PALAVRAS-CHAVE: Tuberculose. Epidemiologia. Análise espacial. Ceará.

[1] Dentista pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Mestrando em Saúde da Família (PPGSF/UFC), com atuação em Epidemiologia e Saúde Bucal Coletiva.
[2] Professor de Odontologia da UFC, Campus Sobral, atuando em Saúde Coletiva, estágios e clínica integrada. Coordenador e docente permanente do PPGSF/UFC em associação com a UVA.
[3] Graduando em Odontologia pela UFC, Campus Sobral, bolsista PIBIT/UFC. Atua em pesquisa no LAFS na área de Dor e Inflamação Orofacial.
[4] Professora Adjunta II da UFC, Campus Sobral, com doutorado em Odontologia pela UFC. Atua em Saúde Coletiva/Evidência Científica e na pós-graduação em Saúde da Família.
[5] Doutoranda em Saúde da Família (RENASF/UVA) e mestra pela UFC. Cirurgiã-dentista com experiência em gestão na Atenção Primária à Saúde.
[6] Doutoranda em Saúde Pública pela UFC e mestre em Saúde da Família. Farmacêutica com especialização clínica e atuação em pesquisa em Saúde Coletiva (GEPESC).
[7] Fisioterapeuta, doutoranda em Saúde da Família (RENASF/UVA) e mestra pela UFC. Atua como docente e tutora na Residência Multiprofissional em Saúde da Família.
[8] Médico pela UFC e mestrando em Saúde da Família (UFC/UVA). Atua na Estratégia Saúde da Família no SUS desde 2022.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

ABSTRACT
Tuberculosis is an infectious and communicable disease associated with conditions of social vulnerability, whose spread is facilitated by population clusters. The objective of this study was to analyze the spatial autocorrelation of tuberculosis cases in the municipalities of the state of Ceará from 2013 to 2023. This is an ecological study using data from the Notifiable Diseases Information System, covering the 184 municipalities of the state of Ceará. The cumulative detection rate per 10.000 inhabitants was calculated, followed by spatial autocorrelation analysis, with the application of Bayesian smoothing and the creation of thematic maps. The detection rate was 53.17 cases per 10.000 inhabitants. The municipalities of Itaitinga and Sobral presented the highest values, with 318.48 and 90.08 cases per 10.000 inhabitants, respectively. The global Moran's I index was 0.309 ($p<0.05$), indicating positive spatial autocorrelation, with the formation of five clusters, two of the high-high type, located in the northern and northeastern coastal regions, and three of the low-low type. A pattern of spatial dependence was observed in the distribution of tuberculosis cases, with a higher concentration in the northern and northeastern regions of the state. These findings suggest an association with factors such as population density and socioeconomic vulnerability, highlighting the need to direct public policies to priority areas.

KEYWORDS: *Tuberculosis. Epidemiology. Spatial analysis. Ceará.*

RESUMEN
La tuberculosis es una enfermedad infecciosa y transmisible, asociada a situaciones de vulnerabilidad social, cuya propagación se ve favorecida por la concentración de la población. El objetivo de este estudio fue analizar la autocorrelación espacial de los casos de tuberculosis en los municipios del estado de Ceará, durante el periodo comprendido entre 2013 y 2023. Se trata de un estudio ecológico, con datos procedentes del Sistema de Información de Enfermedades de Notificación Obligatoria, que abarca los 184 municipios del estado de Ceará. Se calculó la tasa de detección acumulada por cada 10.000 habitantes, seguida de un análisis de autocorrelación espacial, con la aplicación de suavizado bayesiano y la creación de mapas temáticos. La tasa de detección fue de 53,17 casos por cada 10.000 habitantes. Los municipios de Itaitinga y Sobral presentaron los valores más altos, con 318,48 y 90,08 casos por cada 10.000 habitantes, respectivamente. El índice global de Moran fue de 0,309 ($p<0,05$), lo que indica una autocorrelación espacial positiva, con la formación de cinco conglomerados, dos del tipo alto-alto, ubicados en las regiones costeras norte y noreste, y tres del tipo bajo-bajo. Se observó un patrón de dependencia espacial en la distribución de los casos de tuberculosis, con una mayor concentración en las regiones norte y noreste del estado. Estos hallazgos sugieren una asociación con factores como la densidad de población y la vulnerabilidad socioeconómica, lo que resalta la necesidad de orientar las políticas públicas hacia las áreas prioritarias.

PALABRAS CLAVE*: Tuberculosis. Epidemiología. Análisis espacial. Ceará.*

1. INTRODUÇÃO

A tuberculose (TB) é uma doença infecciosa causada pela bactéria *Mycobacterium tuberculosis*, também conhecida como Bacilo de Koch (BK). A forma pulmonar é a mais frequente, embora também ocorram manifestações extrapulmonares, mais comuns entre pessoas vivendo com o Vírus da Imunodeficiência Humana (HIV, do inglês *Human Immunodeficiency Virus*) [1]. Os principais sinais e sintomas incluem tosse persistente por mais de três semanas, febre vespertina, sudorese noturna e emagrecimento, sendo a tosse o principal sinal preditor da doença, podendo ser seca ou produtiva, com escarro de diferentes colorações, inclusive com presença de sangue [2,3].

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

A TB permanece como um importante problema de saúde pública em escala global. Estima-se que, mundialmente, somente em 2020, cerca de 9,9 milhões de pessoas tenham adoecido e 1,3 milhão de mortes ocorreram devido à doença [4]. Mundialmente, em 2022, 10,6 milhões de pessoas desenvolveram TB ativa, e a doença causou 1,3 milhões de óbitos [5]. No Brasil, a doença figura entre as principais causas de morte por agente infeccioso, com cerca de 80 mil novos casos anuais e aproximadamente 5,5 mil óbitos, colocando o país entre aqueles com maior carga da doença [6,7]. Diante desse cenário, ações estratégicas são necessárias para alcançar a meta de eliminação da TB como problema de saúde pública, conforme pactuado em agendas nacionais e internacionais.

A ocorrência da TB está fortemente associada às iniquidades sociais, como pobreza, baixa escolaridade, desemprego e condições precárias de moradia, que dificultam o acesso aos serviços de saúde e a adesão ao tratamento. Além disso, a mobilidade populacional e as desigualdades territoriais contribuem para a manutenção da cadeia de transmissão da doença [6]. Assim, o atendimento centrado no bem-estar da pessoa doente, conforme preconizado pelo cuidado centrado na pessoa, é fundamental para o suporte e garantia da conclusão do tratamento da TB [8]. Nesse contexto, compreender a distribuição territorial da TB torna-se fundamental para subsidiar ações de vigilância, prevenção e controle.

É necessário utilizar instrumentos que forneçam subsídios aos gestores nas esferas nacional, estadual e local, apoiando a tomada de decisão, a organização e o planejamento das ações voltadas aos agravos à saúde, especialmente as doenças infecciosas, como a tuberculose. Nesse contexto, o geoprocessamento constitui uma importante ferramenta para a realização de análises espaciais, permitindo o mapeamento de doenças, a avaliação de riscos, o planejamento de ações e a análise das redes de atenção à saúde [9]. A análise da distribuição espacial possibilita identificar a ocorrência de eventos em um território e compreender a difusão de doenças, como a TB, que apresenta estreita relação com condições demográficas e aspectos socioeconômicos, além de seu caráter infectocontagioso, que favorece sua propagação[7,10].

Apesar dos avanços no diagnóstico e no tratamento, a TB ainda apresenta distribuição heterogênea no território brasileiro, refletindo desigualdades socioeconômicas e estruturais. Nesse sentido, a análise espacial constitui importante instrumento para identificar áreas prioritárias e fortalecer as ações de controle da doença, especialmente em contextos regionais específicos, como o estado do Ceará.

Diante disso, coloca-se a seguinte questão de pesquisa: como se distribuem espacialmente os casos de tuberculose nos municípios do estado do Ceará e quais padrões de autocorrelação espacial podem ser identificados no período de 2013 a 2023? Assim, o presente estudo teve como objetivo analisar a distribuição e a autocorrelação espacial dos casos de tuberculose nos municípios

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

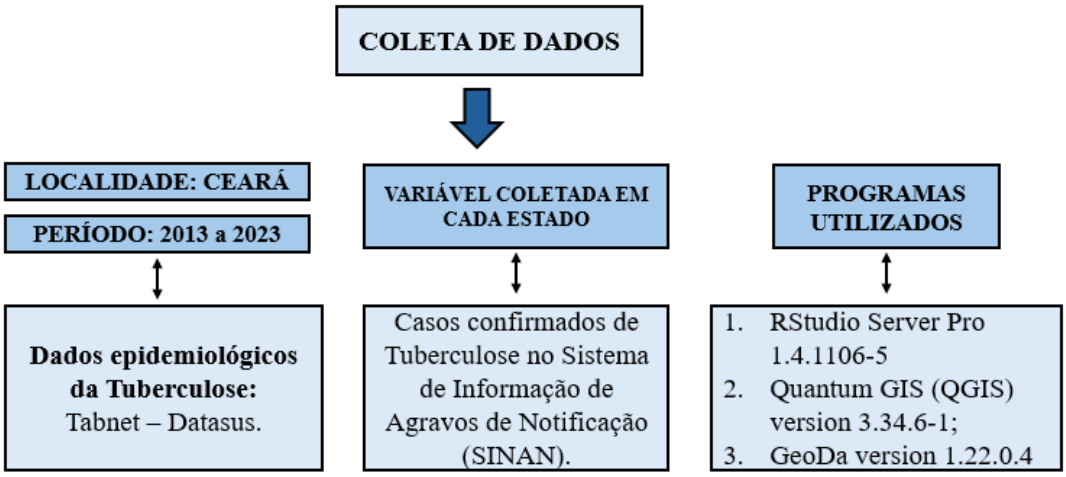
REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

do estado do Ceará no período de 2013 a 2023, contribuindo para a identificação de áreas prioritárias e para o fortalecimento das ações de vigilância e controle da doença.

2. MÉTODOS

Trata-se de estudo ecológico, de abordagem quantitativa, realizado com dados referentes aos casos de tuberculose notificados no período de 2013 a 2023, tendo como unidades de análise os 184 municípios do estado do Ceará, Brasil. O estado possui a oitava maior população do país (estimada em cerca de 9,23 milhões de habitantes em 2023), distribuída entre os 184 municípios ao longo dos seus 148.894,447 km² de extensão territorial com densidade demográfica de 56,76 habitantes por km2. Para uma melhor compreensão, segue na Figura 1, o fluxograma com as etapas metodológicas seguidas na elaboração deste estudo.

Figura 1. Fluxograma das etapas metodológicas da pesquisa



Fonte: Elaborada pelos autores.

Os dados sobre a situação epidemiológica da tuberculose foram obtidos no Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS), do Ministério da Saúde. Utilizou-se a variável "Tuberculose – casos confirmados notificados no Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN)" para todos os municípios do estado do Ceará no período de 2013 a 2023. Os dados populacionais foram obtidos a partir das estimativas intercensitárias do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), disponibilizadas pelo DATASUS.

Após a coleta, foi calculada a taxa de detecção da tuberculose para cada município, considerando-se o número de casos novos no período estudado. A taxa foi calculada utilizando-se

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

a seguinte fórmula: Taxa de detecção = (Número de casos novos de tuberculose no período / População residente no período) × 10.000 habitantes.

A utilização da taxa de detecção justifica-se por ser o indicador recomendado para monitoramento da tuberculose, permitindo avaliar a magnitude da ocorrência de casos novos e sua distribuição espacial. A partir desses dados, foram elaborados mapas temáticos para representação da distribuição espacial da doença nos municípios.

Foram realizadas etapas de verificação e organização dos dados, incluindo conferência de duplicidades, consistência temporal e ausência de registros incompletos. Registros com inconsistências foram excluídos quando não foi possível sua correção, adotando-se apenas casos confirmados e validados no sistema.

Posteriormente, foi realizada a análise de autocorrelação espacial com cálculo do Índice de Moran Global (I), utilizando matriz de vizinhança do tipo contiguidade “queen” de primeira ordem, adotando-se nível de significância estatística de $p < 0,05$. Valores de $I > 0$ indicam autocorrelação espacial direta, evidenciando que áreas vizinhas apresentam valores semelhantes da variável analisada, formando agrupamentos do tipo alto-alto ou baixo-baixo. Valores de $I = 0$ indicam ausência de autocorrelação espacial, caracterizando padrão aleatório. Já valores de $I < 0$ indicam autocorrelação espacial negativa, na qual áreas vizinhas apresentam valores dissimilares, configurando padrões do tipo alto-baixo e baixo-alto [11].

Para identificação de padrões locais de associação espacial, foram utilizados os Indicadores Locais de Associação Espacial (*Local Indicators of Spatial Associatio*n – LISA), permitindo a identificação de clusters espaciais e sua significância estatística. Os resultados foram representados por meio de mapas temáticos (LISA Map), considerando nível de significância de $p < 0,05$. Foram definidos e assim apresentados *clusters* – alto-alto; baixo-baixo; alto-baixo; baixo-alto – na forma de gráficos de dispersão (*scatterplot*) com diferença estatística significativa de $p < 0,05$ [11].

Considerou-se a interpretação dos (*clusters)*, onde: (1) não significativo: territórios que não entraram na formação de clusters, por suas diferenças não terem sido significativas; (2) alto-alto: regiões formadas por municípios com altas frequências da variável dependente e altas frequências da variável independente; (3) baixo-baixo: regiões formadas por municípios com baixas frequências da variável dependente e baixas frequências da variável independente; (4) alto-baixo: regiões formadas por municípios com altas frequências da variável dependente e baixas frequências da variável independente; (5) baixo-alto: regiões formadas por municípios com baixas frequências da variável dependente e altas frequências da variável independente [11].

A significância dos clusters foi avaliada por meio de testes de permutação, sendo considerados os seguintes níveis: $p \leq 0,05$ (95% de confiança), $p \leq 0,01$ (99%) e $p \leq 0,001$ (99,9%)[10].

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

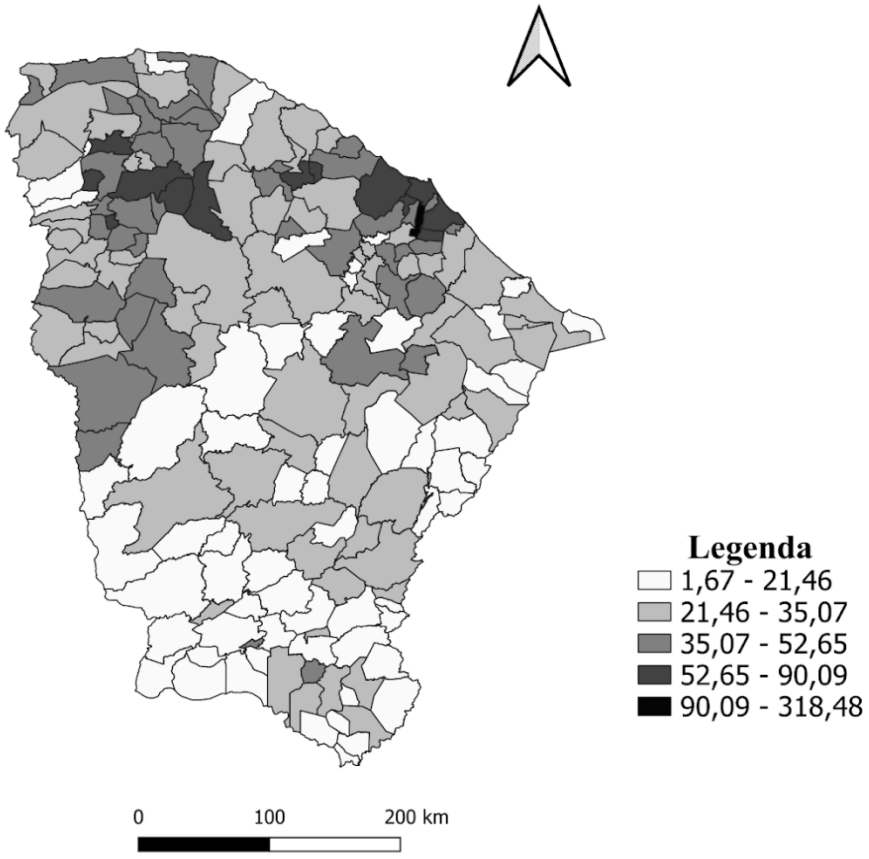
Os mapas temáticos foram confeccionados no software QGIS versão 3.34.6, e a análise de autocorrelação espacial foi realizada no software GeoDa versão 1.22.0.4.

Por se tratar de estudo com dados secundários de domínio público, sem identificação individual dos sujeitos, dispensa-se a sua apreciação pelo sistema CEP/CONEP (Comitê de Ética em Pesquisa/Comissão Nacional de Ética em Pesquisa), conforme Resolução nº 510/16, do Conselho Nacional de Saúde.

3. RESULTADOS

A taxa de detecção de tuberculose no estado do Ceará, no período de 2013 a 2023, foi de 53,17 casos por 10.000 habitantes. Nesse contexto, os municípios de Itaitinga e Sobral apresentaram os maiores valores, 318,48 e 90,08 casos a cada 10.000 habitantes, respectivamente (Figura 2). Destacam-se, ainda, os municípios de Fortaleza, Umirim e Frecheirinha, que também apresentaram elevada taxa de detecção no período analisado.

Figura 2. Mapa com a distribuição espacial da taxa de detecção dos casos notificados de tuberculose durante os anos de 2013 a 2023, Ceará, Brasil



Fonte: Elaborada pelos autores por meio do software QGIS (2024).

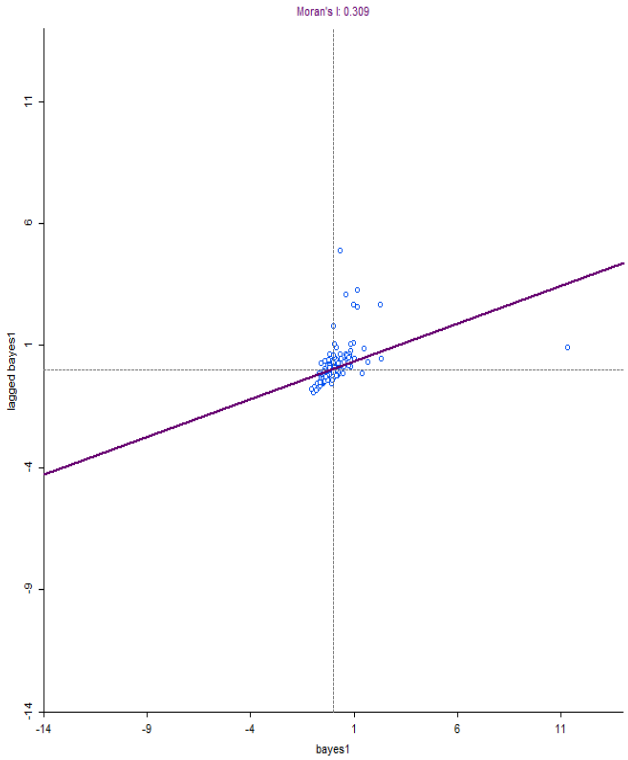
Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

A análise da distribuição espacial evidencia um padrão heterogêneo da doença no território, com maior concentração de casos em municípios localizados na faixa litorânea e na porção norte do estado, além de áreas específicas no interior com valores elevados.

Na análise de autocorrelação espacial, o índice de Moran global foi de 0,309 ($p<0,05$), indicando autocorrelação espacial positiva, ou seja, tendência ao agrupamento de municípios com valores semelhantes à taxa de detecção dos casos (ver Figura 3). Esse resultado evidencia que a distribuição da tuberculose no estado não ocorre de forma aleatória, apresentando dependência espacial significativa.

Figura 3. Diagrama de dispersão de Moran para a taxa de detecção dos casos notificados de tuberculose durante os anos de 2013 a 2023, Ceará, Brasil



Fonte: Elaborada pelos autores por meio do software GeoDA (2024).

A partir dos Indicadores Locais de Associação Espacial (LISA), foram identificados cinco clusters estatisticamente significativos. Destes, dois foram do tipo alto-alto, caracterizados por municípios com elevadas taxas de detecção cercados por vizinhos com valores igualmente altos. Esses clusters concentraram-se na região norte do estado, incluindo municípios como Coreaú, Alcântaras, Meruoca, Massapê, Santa Quitéria, Mucambo, Pacujá, Forquilha, Groaíras e Cariré, e

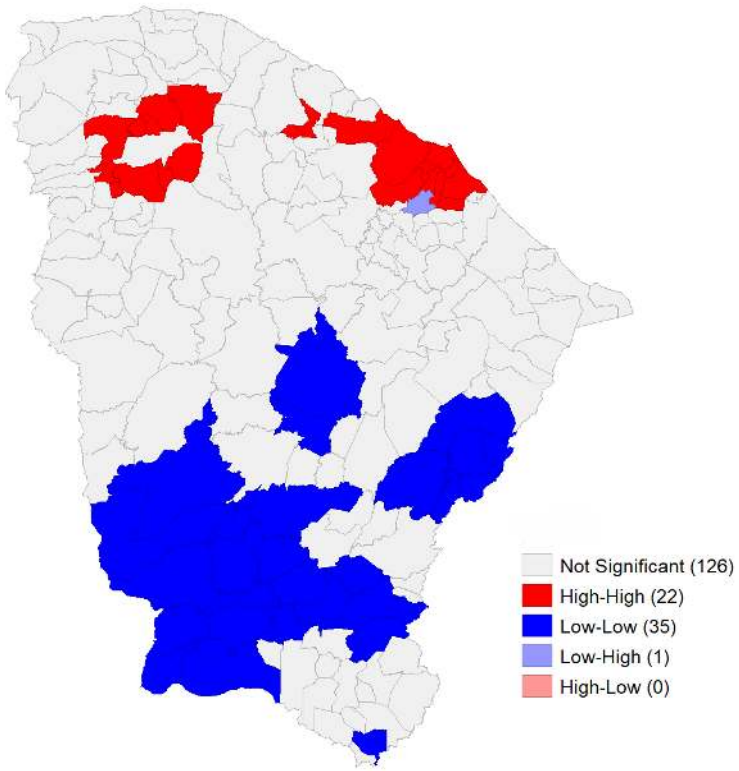
Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

no litoral nordeste, abrangendo municípios da Região Metropolitana de Fortaleza, como São Gonçalo do Amarante, Caucaia, Fortaleza, Eusébio, Aquiraz e outros. (Figura 4).

Foram identificados ainda três clusters do tipo baixo-baixo, caracterizados por municípios com baixas taxas de detecção cercados por vizinhos com valores também reduzidos. Esses agrupamentos localizaram-se predominantemente na região sul do estado, além das porções sudeste, incluindo Pereiro, Jaguaribe, Jaguaribara, Alto Santo, Potiretama, Iracema e Ererê, e centro-sul, com municípios como Quixeramobim e Senador Pompeu (Figura 4). Não foram observados clusters estatisticamente significativos dos tipos alto-baixo e baixo-alto no período analisado.

Figura 4. Mapa de agregados significativos (clusters) para a taxa de detecção dos casos notificados de tuberculose durante os anos de 2013 a 2023, Ceará, Brasil



Fonte: Elaborada pelos autores por meio do software GeoDA (2024).

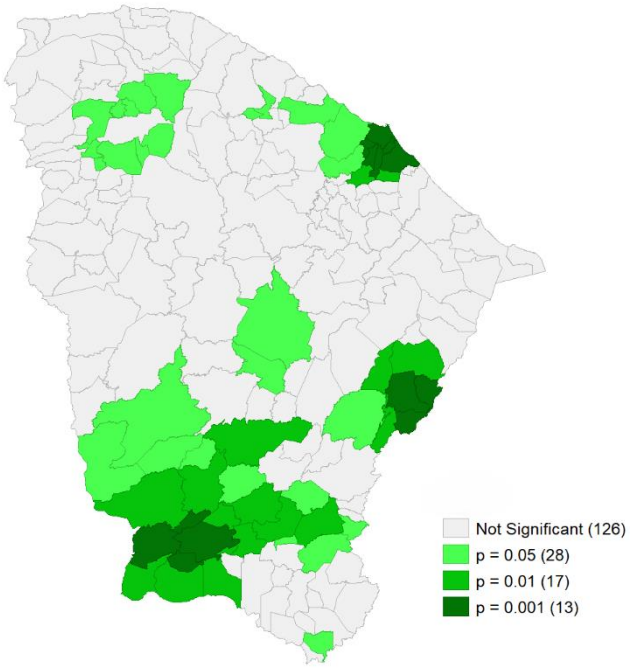
As significâncias estatísticas, com representação gráfica por meio do LISAMAP de correlação espacial podem ser observados na Figura 5 a seguir, onde os municípios com tonalidades mais escuras representam áreas com maior nível de significância estatística na

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

autocorrelação espacial (menores valores de p), indicando maior robustez na formação dos clusters identificados.

Figura 5. Mapa de significância para os agregados para a taxa de detecção dos casos notificados de tuberculose durante os anos de 2013 a 2023, Ceará, Brasil



Fonte: Elaborada pelos autores por meio do software GeoDA (2024).

A análise de significância espacial, por meio do LISA map (Figura 5), evidenciou que os municípios com tonalidades mais escuras apresentam maior nível de significância estatística (menores valores de p), indicando maior robustez na formação dos clusters identificados. Destacam-se municípios da região nordeste do estado, como Fortaleza, Eusébio, Aquiraz, Itaitinga, Pacatuba e Maracanaú ($p < 0,001$), além de municípios localizados nas regiões sudeste e sul do estado.

4. DISCUSSÃO

O presente estudo identificou padrão espacial heterogêneo da tuberculose no estado do Ceará no período de 2013 a 2023, com maior concentração de casos nas regiões norte e na faixa litorânea, especialmente em municípios da Região Metropolitana de Fortaleza e em polos urbanos do interior, como Sobral. Esse padrão sugere que a distribuição da doença acompanha a organização socioespacial do território, com maior ocorrência em áreas mais urbanizadas e com maior densidade populacional. Em 2023, o Brasil registrou aproximadamente 80 mil casos novos de tuberculose, com incidência de cerca de 37 casos por 100 mil habitantes, evidenciando a

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

persistência da doença como importante problema de saúde pública e sua distribuição territorial desigual [12].

Os maiores valores observados em municípios como Itaitinga e Sobral reforçam a tendência de concentração da tuberculose em centros urbanos e áreas com intenso fluxo populacional. Municípios inseridos em regiões metropolitanas ou que atuam como polos regionais concentram maior mobilidade populacional, maior densidade demográfica e maior heterogeneidade socioespacial, fatores associados, na literatura, à maior ocorrência da doença [13,14]. Grandes centros urbanos apresentam maior circulação de pessoas e presença de áreas com vulnerabilidade social, o que favorece a transmissão da tuberculose e influencia municípios vizinhos [15].

Estudos de análise espacial da doença demonstram que territórios com maior desigualdade social, precariedade habitacional e dificuldades de acesso aos serviços de saúde tendem a apresentar maiores taxas de incidência da doença [10,14]. As populações mais acometidas pela TB no Brasil residem em locais com maior prevalência de subdesenvolvimento, como nos subúrbios das grandes cidades e nas áreas rurais [16,17]. Dessa forma, os padrões espaciais identificados neste estudo sugerem que a distribuição da tuberculose não ocorre de forma aleatória, mas está relacionada à organização socioespacial do território [18].

A persistência de elevadas taxas de tuberculose no Ceará, mesmo diante de esforços contínuos de controle, evidencia a necessidade de estratégias de intervenção adaptadas às especificidades epidemiológicas locais [1]. Nesse contexto, os municípios de Itaitinga, Sobral, Fortaleza, Umirim, Frecheirinha, Caucaia e Maracanaú concentraram 63,34% (29.623 casos) do total de notificações de TB no estado, indicando concentração espacial da doença em poucos territórios. Destaca-se que Caucaia, Maracanaú e Itaitinga integram a Região Metropolitana de Fortaleza, caracterizada por intenso fluxo intermunicipal e elevada densidade populacional, fatores associados à maior ocorrência da doença. Esses achados reforçam a importância de abordagens que considerem a dinâmica populacional e a organização territorial no planejamento das ações de enfrentamento da tuberculose [19,20].

Observou-se concentração da tuberculose na região litorânea do estado. Padrão semelhante foi identificado em estudo realizado em Santa Catarina entre 2005 e 2015 [21]. Os grandes centros metropolitanos localizados nas regiões litorâneas são retratos do processo histórico de ocupação do território brasileiro, contribuindo para uma grande concentração da população nessas regiões [22].

As diferenças nos indicadores de tuberculose pulmonar entre as grandes regiões do país não são recentes. Estudos que investigam a correlação com fatores socioeconômicos demonstram que maiores níveis de renda e escolaridade, bem como menores índices de desigualdade econômica, estão associados a menores taxas de incidência e mortalidade por tuberculose

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

pulmonar [23,24]. Esse padrão também é observado em escala global, uma vez que países com menores Índices de Desenvolvimento Humano, apresentam maiores taxas de incidência da doença [25,26].

No contexto brasileiro, as regiões Norte e Nordeste historicamente enfrentam maiores desigualdades sociais, econômicas e estruturais, fatores que influenciam diretamente a carga da doença e contribuem para desfechos desfavoráveis, como abandono do tratamento e óbito [24,27]. Nesse sentido, o presente estudo permitiu identificar áreas de maior e menor concentração de casos de tuberculose no estado, evidenciando um padrão espacial heterogêneo e indicando que a distribuição da doença não ocorre de forma homogênea entre as diferentes regiões.

A análise de autocorrelação espacial evidenciou a presença de agrupamentos da tuberculose no estado do Ceará, indicando que a ocorrência da doença não se distribui de forma aleatória no território [16]. Observou-se a formação de clusters do tipo alto-alto concentrados principalmente na região norte, enquanto clusters baixo-baixo foram identificados na região sul do estado. Os agrupamentos positivos podem estar relacionados à maior densidade populacional, à presença de centros urbanos regionais, como Sobral, e às desigualdades socioeconômicas, fatores associados na literatura à maior transmissão da tuberculose [16]. Por outro lado, os agrupamentos negativos podem refletir municípios com menor densidade demográfica e menor grau de urbanização, embora também possam estar relacionados a variações na detecção e notificação dos casos em áreas com menor cobertura de vigilância epidemiológica[16,28].

Embora os padrões espaciais identifiquem áreas prioritárias, deve-se considerar que estudos ecológicos não permitem estabelecer relações causais individuais. Além disso, a utilização de dados secundários pode estar sujeita a variações na qualidade da notificação entre os municípios, o que pode influenciar a magnitude dos indicadores e a formação dos clusters espaciais.

Os achados deste estudo indicam que a distribuição da tuberculose no estado do Ceará apresenta relação com fatores territoriais e socioeconômicos, evidenciando a influência da organização do espaço urbano, da densidade populacional e das desigualdades sociais na dinâmica da doença. Nesse sentido, a identificação de áreas prioritárias por meio da análise espacial pode subsidiar o planejamento de ações de vigilância, prevenção e controle, direcionadas aos municípios com maior concentração de casos.

5. CONSIDERAÇÕES

Os casos de tuberculose no estado do Ceará apresentaram distribuição espacial heterogênea, com maior concentração nas regiões norte e litorânea e menores valores nas regiões sul e centro-sul, além de dependência espacial positiva com formação de clusters alto-alto e baixo-baixo, indicando que a ocorrência da doença não se distribui de forma aleatória no território. Esses

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

padrões sugerem a influência de fatores socioeconômicos, demográficos e territoriais, especialmente em áreas mais urbanizadas e com maior adensamento populacional, que podem favorecer a transmissão e a manutenção da cadeia de infecção. Por outro lado, os clusters de baixa ocorrência podem refletir melhores condições socioeconômicas, mas também possíveis limitações na detecção e notificação dos casos.

Deve-se considerar que a taxa de detecção pode sofrer influência da capacidade diagnóstica, da cobertura dos serviços de saúde e da qualidade da vigilância epidemiológica, podendo refletir diferenças na identificação dos casos entre os municípios. Além disso, por se tratar de estudo ecológico com dados secundários, não é possível estabelecer relações causais em nível individual.

A identificação de áreas prioritárias por meio da análise espacial contribui para o direcionamento de intervenções mais focalizadas, subsidiando o planejamento de ações de vigilância, ampliação do diagnóstico oportuno e fortalecimento da atenção primária à saúde, especialmente nos territórios com maior carga da doença.

REFERÊNCIAS

1. Moreira G, Macêdo S, Dantas DA, Júlia A, Wallace F, Saraiva C, et al. Análise epidemiológica da tuberculose no ceará: período de 2012 a 2023. Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences [Internet]. 2024 Aug 19 [cited 2025 Feb 9];6(8):2910–23. doi:10.36557/2674-8169.2024v6n8p2910-2923

2. Natarajan A, Beena PM, Devnikar AV, Mali S. A systemic review on tuberculosis. Int J Trop Biol. 2020;68(1):1-10. doi:10.1016/j.ijtb.2020.02.005

3. Sossen B, Richards AS, Heinsohn T, et al. The natural history of untreated pulmonary tuberculosis in adults: a systematic review and meta-analysis. Lancet Respir Med. 2023;11(5):409-420. doi:10.1016/S2213-2600(23)00097-8

4. Jó Bezerra Sousa G, Victor Barros Cabral B, Marcílio Silveira Silva A, Ribeiro Alves M, Araújo Maranhão T, Duarte Pereira ML. Padrão Espaço-Temporal e fatores associados à Mortalidade por Tuberculose em um Estado do Nordeste - Brasil. Cogitare Enfermagem. 2022 Nov 18;(27):1–14.https://doi.org/10.5380/ce.v27i0.82741

5. Global Tuberculosis Report 2023 [Internet]. Who.int. 2023. Disponível em: https://www.who.int/teams/global-programme-on-tuberculosis-and-lung-health/tb-reports/global-tuberculosis-report-2023

6. Especial N. Secretaria de Vigilância em Saúde | Ministério da Saúde Boletim Epidemiológico [Internet]. 2022. Disponível em: https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/boletins/epidemiologicos/especiais/2022/boletim-epidemiologico-de-tuberculose-numero-especial-marco-2022.pdf

7. Santos VS, Oliveira RD, Oliveira SV, Lemos LMD, Barreto ML, Lima SO, et al. Incidence and mortality of tuberculosis before and after the implementation of directly observed treatment short-

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

course in Brazil: a retrospective cohort study. PLoS One. 2019;14(6):e0218359. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0218359

8. Tártaro A, dos Santos Silva RV, Soares Tenório de Araújo J, Vieira Ramos AC, Zamboni Berra T, Mathias Alves Y, do Socorro Nantua Evangelista M, Fuentealba-Torres MA, Arcêncio RA. Saúde digital para a adesão ao tratamento da pessoa com tuberculose: uma revisão sistemática. Revista De Epidemiologia E Controle De Infecção. 2023;13(3). https://doi.org/10.17058/reci.v13i3.18231

9. Oliveira Cortez A, Cristine de Melo A, de Oliveira Neves L, Aparecida Resende K, Camargos P. Tuberculosis in Brazil: one country, multiple realities. Jornal Brasileiro de Pneumologia [Internet]. 2021 Apr 30;47(2):e20200119. DOI: 10.36416/1806-3756/e20200119

10. Hino P. "Distribuição espacial dos casos de tuberculose no município de Ribeirão Preto, nos anos de 1998 a 2002." 2004 Feb 5; Disponível em: http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/22/22133/tde-02062006-130121/. https://doi.org/10.11606/D.22.2004.tde-02062006-130121

11. Maciel JAC, Castro-Silva II, Farias MR de. Initial analysis of the spatial correlation between the incidence of COVID-19 and human development in the municipalities of the state of Ceará in Brazil. Revista Brasileira de Epidemiologia [Internet]. 2020 Jun 22 [cited 2020 Nov 20];23:e200057. Available from: https://www.scielosp.org/article/rbepid/2020.v23/e200057/en/. DOI: 10.1590/1980-549720200057

12. Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente. Boletim epidemiológico de tuberculose: número especial – março de 2024. Brasília, DF: Ministério da Saúde; 2024. Disponível em: Boletim Epidemiológico de Tuberculose – Mar. 2024

13. Ayala S, Rojas-Hernández B, Peña M, Espinoza M, Moreno C, Castillo C, et al. Spatial neighborhood patterns of pulmonary tuberculosis in Santiago, Chile. Sci Rep. 2026;16.

14. Harling G, Castro MC. Spatial analysis of social and economic determinants of tuberculosis in Brazil. Health Place. 2014;25:56-67. doi:10.1016/j.healthplace.2013.10.008.

15. Zille AI, Werneck GL, Luiz RR, et al. Determinantes sociais da tuberculose pulmonar no Brasil: um estudo ecológico. BMC Pulm Med. 2019;19:87. doi:10.1186/s12890-019-0855-1.

16. Lönnroth K, Jaramillo E, Williams BG, Dye C, Raviglione M. Drivers of tuberculosis epidemics: the role of risk factors and social determinants. Soc Sci Med. 2009;68(12):2240-6.

17. Souza WV, Albuquerque MFM, Barcellos C, Ximenes RAA, Carvalho MS. Tuberculosis in Brazil: construction of a socioeconomic index for an ecological study. Rev Panam Salud Publica. 2007;21(2-3):92-101.

18. Barbosa IR, Pereira LMS, Medeiros PF, Valentim RS, Brito JM, Costa ICC. Spatial distribution analysis of tuberculosis in Northeastern Brazil, 2005–2010. Epidemiol Serv Saude. 2013;22(4):687-695. doi:10.5123/S1679-49742013000400015.

19. Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO). Global education monitoring report 2023: technology in education. Paris: UNESCO; 2023.

20. Corpuz JCG. Bridging the digital divide in healthcare: addressing telehealth barriers from a rural community in the Philippines. Health Soc Work. 2026;51(1):73-74. doi:10.1093/hsw/hlaf053.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

21. Mendonça SA, Franco SC, Vieira CV, Do Prado RL. Análise espacial da tuberculose em Santa Catarina correlacionando com determinantes sociais e de saúde. Rev. Bras. Geog. Fis. [Internet]. 9º de fevereiro de 2021 [citado 28 abril 2025];13(07):3159-76. Disponível em: https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/rbgfe/article/view/246555. DOI: https://doi.org/10.26848/rbgf.v13.07.p3159-3176

22. Passarinho Neto AR, Macêdo KPC, Vaz JLS, Costa SCR, Feitosa SDM, Neves VC, et al. Perfil epidemiológico dos casos de tuberculose no estado do Maranhão de 2009 a 2018. Revista Eletrônica Acervo Saúde. 2020 Aug 20;(53):e992. **DOI** https://doi.org/10.25248/reas.e992.2020

23. Álvarez JL, Kunst AE, Leinsalu M, Bopp M, Strand BH, Menvielle G, et al. Educational inequalities in tuberculosis mortality in sixteen European populations. Int J Tuberc Lung Dis. 2011;15(11):1461-7.

24. Souza HP, de Oliveira WTGH, dos Santos JPC, Toledo JP, Ferreira IPS, de Sousa Esashika SNG, et al. Doenças infecciosas e parasitárias no Brasil de 2010 a 2017: aspectos para vigilância em saúde. Revista Panamericana de Salud Pública [Internet]. 2020 Feb 10;44.

25. Dye C, Lönnroth K, Jaramillo E, Williams BG, Raviglione M. Trends in tuberculosis incidence and their determinants in 134 countries. Bull World Health Organ. 2009;87(9):683-691. doi:10.2471/BLT.08.058453.

26. World Health Organization. Global tuberculosis report 2023. Geneva: World Health Organization; 2023.

27. Bartholomay P, Pelissari DM, Araújo WN, Yadon ZE, Arakaki-Sanchez D, Martinez EZ, et al. Quality of tuberculosis care in Brazil: evaluation of national indicators. J Bras Pneumol. 2019;45(2):e20180157.

28. Maciel ELN, Reis-Santos B. Determinants of tuberculosis in Brazil: from conceptual framework to practical application. Rev Panam Salud Publica. 2015;38(1):28-34.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.