

## **Distribuição espacial da tuberculose em seres humanos no estado do Ceará no período de 2008 a 2019**

**Spatial distribution of tuberculosis in humans in the state of Ceará in the period 2008 to 2019**

**Distribución espacial de la tuberculosis en humanos en el estado de Ceará en el período 2008 a 2019**

Recebido: 21/06/2022 | Revisado: 30/06/2022 | Aceito: 13/07/2022 | Publicado: 20/07/2022

### **Vitor Martins Cantal**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4421-4097>  
Universidade Federal de Campina Grande, Brasil  
E-mail: vitormartinscantal@gmail.com

### **Domingos Andrade Neto**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9782-6607>  
Universidade Federal de Campina Grande, Brasil  
E-mail: domingos.netto@hotmail.com

### **Emmanuel de Assis Cunha**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7547-3086>  
Universidade Federal de Campina Grande, Brasil  
E-mail: emmanuel\_assis@hotmail.com

### **Lygia Fernandes Angelim**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8969-5176>  
Universidade Federal de Campina Grande, Brasil  
E-mail: lygiamedvet@gmail.com

### **Maria Eduarda Marinheiro Oliveira**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7809-1489>  
Universidade Federal de Campina Grande, Brasil  
E-mail: eduarda.marinheiro@hotmail.com

### **Carlos Eduardo de Oliveira Nascimento**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2377-4589>  
Universidade Federal de Campina Grande, Brasil  
E-mail: carloseonoliveira74@gmail.com

### **José Diniz de Souto Sobrinho**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8516-2994>  
Universidade Federal de Campina Grande, Brasil  
E-mail: jose.parelhas@hotmail.com

### **Débora Luíse Canuto de Sousa**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1595-593X>  
Universidade Federal de Campina Grande, Brasil  
E-mail: deby-luise@hotmail.com

### **Sérgio Santos de Azevedo**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1777-7348>  
Universidade Federal de Campina Grande, Brasil  
E-mail: sergio.santos@professor.ufcg.edu.br

### **Carolina de Sousa Américo Batista Santos**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7712-5245>  
Universidade Federal de Campina Grande, Brasil  
E-mail: carolamerico@yahoo.com.br

### **Resumo**

O presente estudo teve como objetivo identificar a incidência e a distribuição espacial da tuberculose no estado do Ceará durante o período de 2008 a 2019. Para a realização da pesquisa, utilizou-se dados secundários de casos novos de tuberculose humana nos 184 municípios do estado, diagnosticados no referido período e registrados no Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN). Foi elaborado um mapa temático com número de casos usando o software Qgis 2.18.0, Datun SIRGAS 2000. Para a análise espaço-temporal foi utilizado o software SatScan™ versão 9.7 e estatística através do método de poisson. Registrou-se no período estudado um total de 51.428 casos de tuberculose com uma média anual de 4.286 casos. A incidência média no período foi de 48,9 casos/100 mil habitantes. Identificou-se dois clusters, sendo o primeiro envolvendo os municípios de Fortaleza, Caucaia, Maracanaú, Pacatuba, Itaitinga e Eusébio, com raio de 22,7km e risco relativo de 1,91 ( $p < 0,001$ ); o segundo envolvendo os municípios de Sobral e Forquilha, com 2,38 km de raio e risco relativo de 1,94 ( $p < 0,001$ ). Observou-se uma alta incidência de casos no período estudado, como também a formação de dois clusters onde a chance de ocorrer a doença

é de quase duas vezes maior. Assim, faz-se necessário a adoção de medidas mais eficazes para o controle da tuberculose no estado do Ceará.

**Palavras-chave:** Análise espaço temporal; Clusters de doenças; Infecção por *Mycobacterium tuberculosis*.

### Abstract

The present study aimed to identify the incidence and spatial distribution of tuberculosis in the state of Ceará during the period from 2008 to 2019. To conduct the research, secondary data on new cases of human tuberculosis in the 184 municipalities of the state, diagnosed in that period and registered in the Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN), were used. A thematic map with the number of cases was prepared using Qgis 2.18.0 software, Datun SIRGAS 2000. For the space-time analysis it was used the software SatScan™ version 9.7 and statistics through the poisson average. A total of 51,428 cases of tuberculosis were recorded in the period studied, with an annual average of 4,286. The average incidence in the period was 48.9 cases/100,000 inhabitants. Two clusters were identified, the first involving the municipalities of Fortaleza, Caucaia, Maracanaú, Pacatuba, Itaitinga and Eusébio, with a radius of 22.7 km and a relative risk of 1.91 ( $p < 0.001$ ); the second involving the municipalities of Sobral and Forquilha, with a radius of 2.38 km and a relative risk of 1.94 ( $p < 0.001$ ). A high incidence of cases was observed in the period studied, as well as the formation of two clusters where the chance of the disease occurring is almost twice as high. Thus, it is necessary to adopt more effective measures for the control of tuberculosis in the state of Ceará.

**Keywords:** Spatio temporal analysis; Disease clusters; *Mycobacterium tuberculosis* infection.

### Resumen

El presente estudio tuvo como objetivo identificar la incidencia y distribución espacial de la tuberculosis en el estado de Ceará durante el período de 2008 a 2019. Para realizar la investigación, se utilizaron datos secundarios sobre los nuevos casos de tuberculosis humana en los 184 municipios del estado, diagnosticados en ese período y registrados en el Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN). Se preparó un mapa temático con el número de casos utilizando el software Qgis 2.18.0, Datun SIRGAS 2000. Para el análisis espacio-temporal se utilizó el software SatScan™ versión 9.7 y la estadística mediante la media de Poisson. En el periodo estudiado se registraron un total de 51.428 casos de tuberculosis, con una media anual de 4.286. La incidencia media en el periodo fue de 48,9 casos/100.000 habitantes. Se identificaron dos clusters, el primero involucrando los municipios de Fortaleza, Caucaia, Maracanaú, Pacatuba, Itaitinga y Eusébio, con un radio de 22,7 km y un riesgo relativo de 1,91 ( $p < 0,001$ ); el segundo involucrando los municipios de Sobral y Forquilha, con un radio de 2,38 km y un riesgo relativo de 1,94 ( $p < 0,001$ ). Se observó una alta incidencia de casos en el periodo estudiado, así como la formación de dos clusters en los que la probabilidad de que se produzca la enfermedad es casi el doble. Por lo tanto, es necesario adoptar medidas más eficaces para el control de la tuberculosis en el estado de Ceará.

**Palabras clave:** Análisis espacio temporal; Clusters de enfermedades; Infección por *Mycobacterium tuberculosis*.

## 1. Introdução

A tuberculose (TB) é uma enfermidade antiga e que continua sendo uma doença de grande importância para a saúde pública. Em âmbito mundial, no ano de 2018, cerca de dez milhões de pessoas adoeceram por tuberculose e 1,5 milhão de pessoas morreram em decorrência da doença, sendo a TB considerada a principal causa de morte por um único agente infeccioso (Barreto et al., 2020; Brasil, 2019). O agente etiológico da TB em humanos é o *Mycobacterium tuberculosis*, o qual possui uma grande capacidade de contágio, uma vez que é transmitida por via respiratória. Embora seja visível os avanços no combate a TB no Brasil, o país ainda possui um número considerado de novos casos e de óbitos por ano. Além disso, um elevado nível de desigualdade social aliado a falta de informação contribui para a manutenção desses números.

A expansão da doença se deve a diversos fatores, principalmente socioeconômicos. Ademais, pessoas em situação de pobreza e/ou fome, população carcerária, desigualdade na distribuição de renda, moradias precárias, baixa escolaridade e dificuldade de acesso aos serviços públicos são alguns dos fatores que contribuem para a preservação de elevados índices de incidência da TB (Rasanatha et al., 2011; Brasil, 2019). Assim, fica evidente que mesmo com evoluções no que tange o diagnóstico da TB, uma melhoria significativa nos parâmetros socioeconômicos deve fazer parte dos objetivos governamentais visando a diminuição de sua incidência. Não obstante, é importante o estudo de sua distribuição, pois pode sinalizar os locais mais afetados e direcionar políticas públicas mais eficazes.

O uso do Sistema de Informação Geográfica (SIG) e de técnicas espaciais representa uma ferramenta auxiliar que contribui para o entendimento da dinâmica da distribuição de doenças, seus impactos em relação às taxas de morbimortalidade,

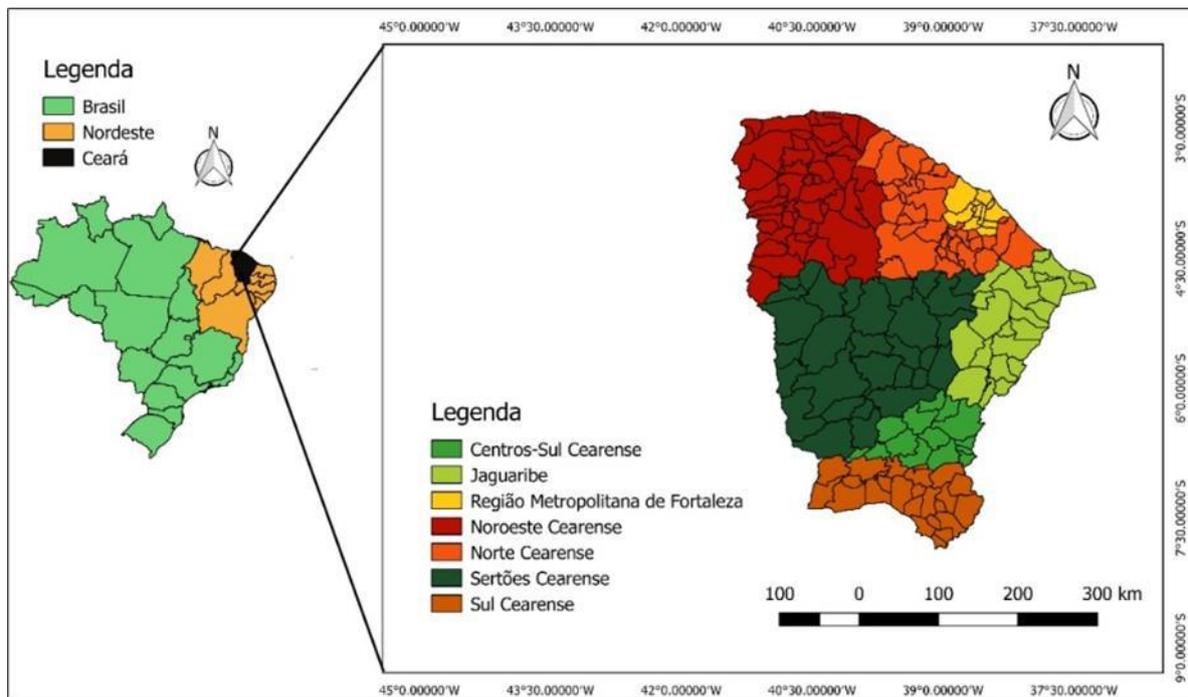
bem como ações de vigilância e controle (Barbosa et al., 2013). Desta forma, essas ferramentas permitem um melhor planejamento, monitoramento e avaliação das ações em saúde, guiando intervenções mais eficazes.

A fim de contribuir para uma melhor compreensão da distribuição da doença e direcionar possíveis políticas públicas para as regiões mais afetadas dentro da área de estudo proposta, o presente trabalho visa identificar a incidência de novos casos da tuberculose no estado do Ceará no período de 2008 a 2019, identificando as áreas de maior concentração da doença e identificar a presença de clusters (aglomerados) no estado através da análise estatística espacial.

## 2. Metodologia

O estado do Ceará, localizado na região Nordeste do Brasil, é composto por 184 municípios e possui uma extensão territorial de 148.894,441 km<sup>2</sup>, com população estimada de 9.187.103 habitantes (IBGE, 2019). A Figura 1 apresenta as sete regiões geográficas do estado do Ceará: Noroeste Cearense, Norte Cearense, Região Metropolitana de Fortaleza, Sertões Cearense, Jaguaribe, Centros-Sul Cearense e Sul Cearense.

**Figura 1** - Mapa das mesorregiões geográficas do estado do Ceará.



Fonte: Autores (2022).

Para a realização da pesquisa foi desenvolvido um estudo ecológico do tipo descritivo com análise espacial e temporal utilizando dados secundários registrados no Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN), com metodologia baseada em conjunto populacional delimitado em uma área definida, empregando dados de bancos epidemiológicos (Bedaque & Bezerra, 2018). Foram analisados os casos novos de tuberculose humana nos 184 municípios do estado do Ceará, diagnosticados no período de janeiro de 2008 a dezembro de 2019.

As estimativas populacionais empregadas para o cálculo da taxa de incidência por 100 mil habitantes foram obtidas junto ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). A confecção dos mapas foi realizada através do software Qgis 2.18.0, adotando o Datum SIRGAS 2000 (sistema de referência geodésico para as Américas), e as malhas cartográficas do

estado extraídas no site do IBGE. Foram elaborados mapas temáticos do número de casos da tuberculose nos anos de 2008 a 2019 de todos os municípios do estado.

Para a análise espaço-temporal para detecção de clusters (aglomerados) de casos de tuberculose, utilizou-se dados de coordenadas geográficas do centroide, número de casos e população de cada município por ano de estudo. As análises foram efetuadas através do software SaTScan™ versão 9.7. A estatística de varredura espaço-temporal foi efetuada pelo método discreto de Poisson e definida por uma janela cilíndrica com base geográfica circular (ou elíptica), com altura correspondente ao tempo (Kulldorff, 2021). A referida janela é movida no espaço e no tempo, de modo que para cada possível localidade e dimensão geográfica também visita cada período de tempo possível. De fato, obtém-se um número infinito de cilindros sobrepostos de diferentes formas e tamanhos, cobrindo em conjunto toda a região do estudo, onde cada cilindro reflete um possível cluster.

### 3. Resultados

Dos números de casos registrados no período estudado (2008 a 2019), obteve-se um total de 51.428 casos de tuberculose, sendo uma média de 4.286 casos notificados por ano. Foi observado que o número de casos da doença se manteve constante durante todo período avaliado (12 anos), assim não apresentou mudanças significativas (Tabela 1).

**Tabela 1** - Total de casos e incidência de tuberculose humana no estado do Ceará no período de 2008 a 2019.

Ano	População	Número de casos	Incidência/100 mil habitantes	Municípios (Maior N° de casos)
2008	8.350.527	4477	53,6	Fortaleza (2.103), Caucaia (194), Sobral (193)
2009	8.547.809	4667	54,6	Fortaleza (2.271), Sobral (205), Caucaia (199)
2010	8.452.381	4316	51,1	Fortaleza (2.095), Caucaia (240), Maracanaú (165)
2011	8.530.058	4402	51,6	Fortaleza (2.049), Caucaia (174), Sobral (170)
2012	8.606.005	4233	49,2	Fortaleza (1.973), Sobral (197), Caucaia (185)
2013	8.778.575	4055	46,2	Fortaleza (1.841), Caucaia (220), Sobral (164)
2014	8.842.791	3877	43,8	Fortaleza (1.766), Caucaia (179), Sobral (172)
2015	8.904.459	4014	45,1	Fortaleza (1.766), Caucaia (230), Itaitinga (210)
2016	8.963.663	4035	45,0	Fortaleza (1.983), Caucaia (188), Sobral (161)
2017	9.020.460	4278	47,4	Fortaleza (2.049), Caucaia (217), Sobral (156)
2018	9.075.649	4559	50,2	Fortaleza (2.131), Caucaia (256), Sobral (182)
2019	9.187.103	4515	49,1	Fortaleza (2231), Itaitinga (268), Sobral (174)

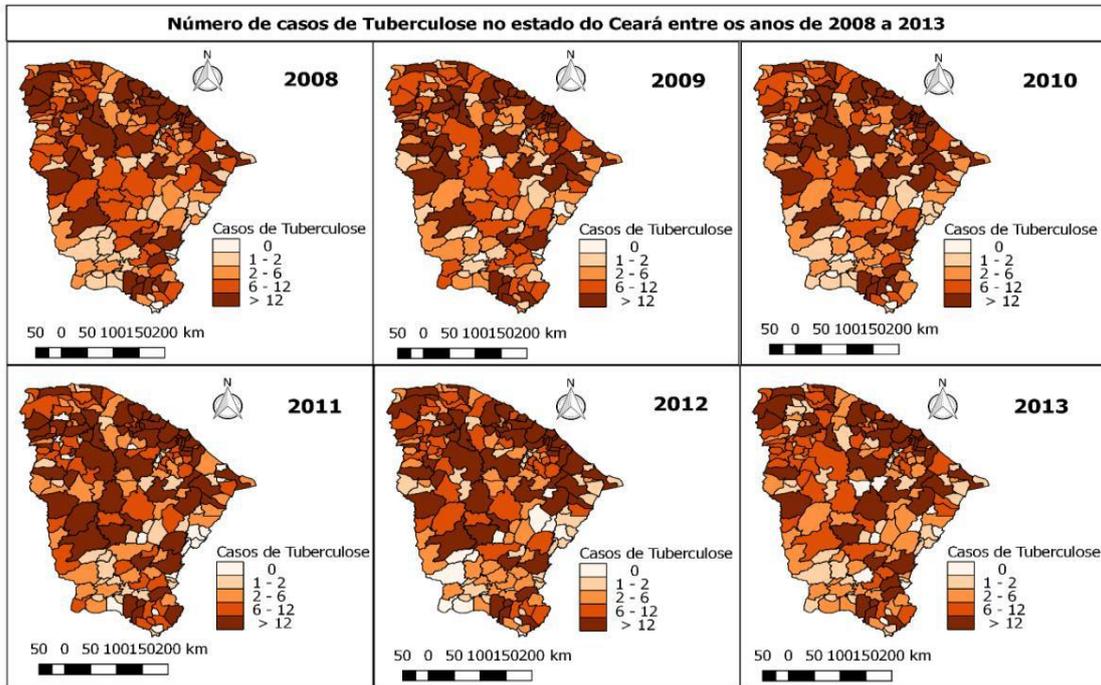
Fonte: Autores (2022).

Quando comparado aos demais anos, o ano de 2009 apresentou a maior incidência, com 54,6 casos por 100 mil habitantes. Quanto à incidência média de casos, o estudo demonstrou um valor de 48,9 casos por 100 mil habitantes.

Os maiores índices foram registrados nos municípios de Fortaleza, Caucaia e Sobral, exceto nos anos de 2010, 2015 e 2019, onde os municípios de Maracanaú e Itaitinga apresentaram maior prevalência em relação aos municípios de Sobral e Caucaia. Além disso, os municípios de Caucaia (2.447), Fortaleza (24.334) e Sobral (2.111) juntos foram responsáveis por 28.892 (56,27%) dos casos.

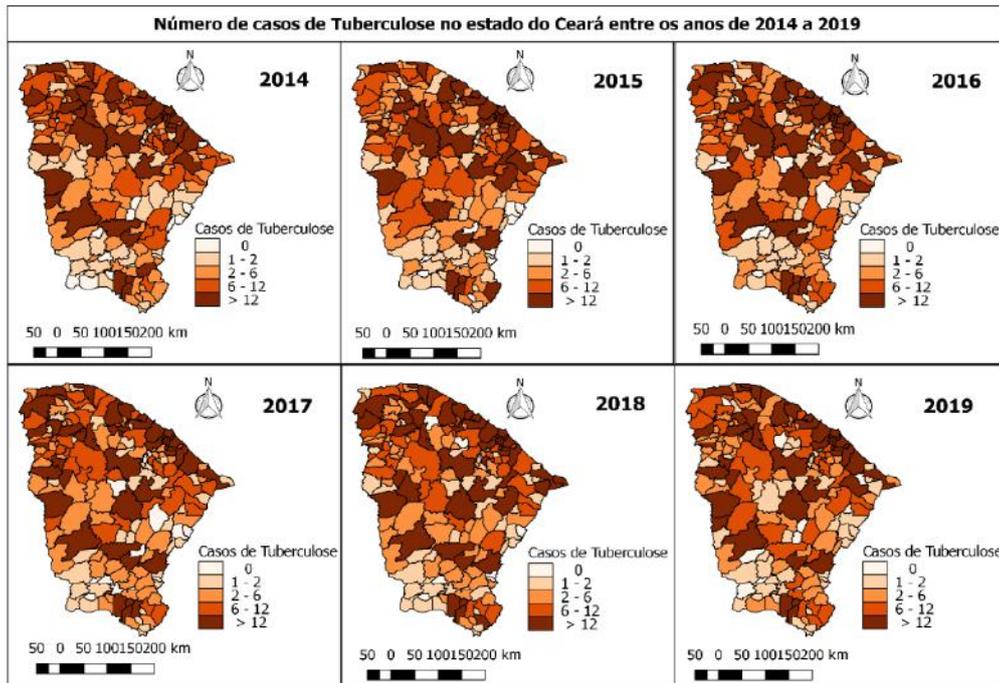
Para avaliar os diferentes períodos da distribuição da tuberculose no estado do Ceará, criou-se dois mapas correspondentes aos períodos entre 2008 a 2013 (Figura 2) e 2014 a 2019 (Figura 3).

**Figura 2.** Número de casos de tuberculose no estado do Ceará entre 2008 e 2013.



Fonte: Autores (2022).

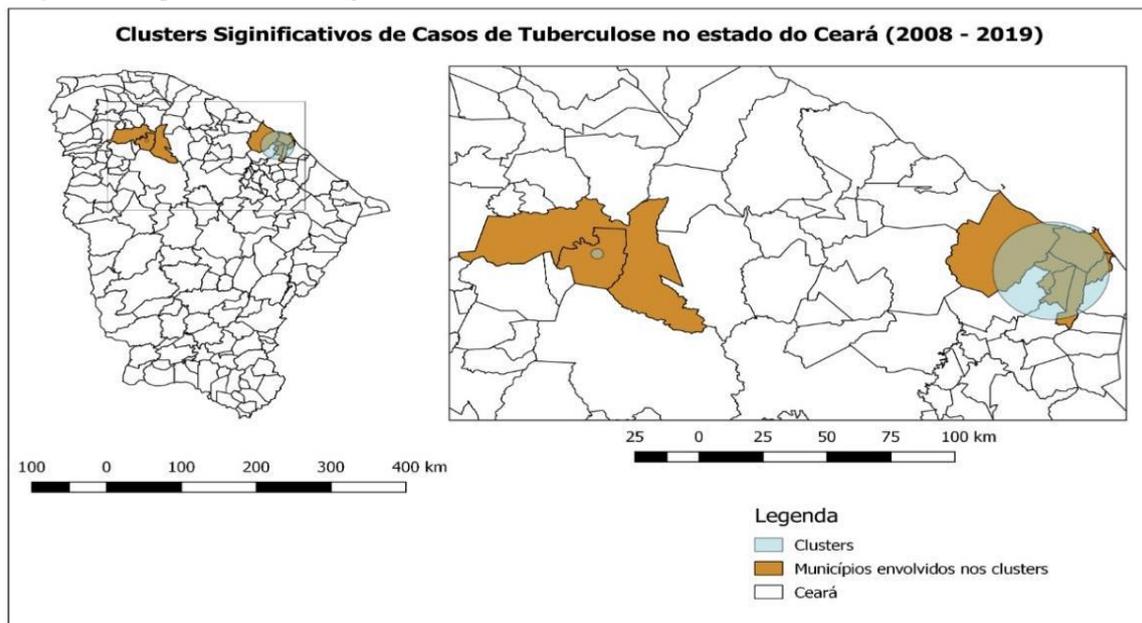
**Figura 3.** Número de casos de tuberculose no estado do Ceará entre 2014 e 2019.



Fonte: Autores (2022).

Para a avaliação de Clusters no período estimado – no qual verificou-se a presença de dois –, realizou-se uma varredura espaço temporal (Figura 4).

**Figura 4.** Mapa dos Clusters significativos de casos de tuberculose no estado do Ceará entre 2008 e 2019.



Fonte: Autores (2022).

O Cluster primário abrangeu os municípios de Fortaleza, Caucaia, Maracanaú, Pacatuba, Itaitinga e Eusébio, apresentou um raio de 22,7 km e um risco relativo de 1,91 ( $p < 0,001$ ). O Cluster secundário englobou os municípios de Sobral e Forquilha, com 2,38 km de raio e risco relativo de 1,94 ( $p < 0,001$ ).

#### 4. Discussão

Apesar do número de casos de tuberculose (TB) registrados no período de estudo terem mantido uma constância, ficaram acima da média nacional, como demonstra o boletim epidemiológico do Ministério da Saúde, no qual a incidência média nos anos de 2017, 2018 e 2019 foram de 36,0, 37,2 e 37,4, respectivamente (Brasil, 2021). Ainda, segundo o mesmo boletim epidemiológico, o estado do Ceará, no ano de 2019, juntamente com mais 12 outros estados apresentaram um coeficiente de mortalidade próximo ou superior ao coeficiente do país.

Os estados do Ceará, Pernambuco e Rio Grande do Norte apresentaram as maiores incidências de casos de TB nos estados do Nordeste (entre 31 e 50 casos por 100 mil habitantes), estando em consonância com a incidência média de casos no período de estudo no estado do Ceará, que foi de 48,9 casos a cada 100 mil habitantes (Brasil, 2021). Oliveira et al. (2020), ao avaliarem a incidência da tuberculose nos estados do Nordeste durante o período de 2008 a 2018, encontraram também uma média de 48,58 casos a cada 100 mil habitantes no estado do Ceará. Esses resultados apresentam-se muito elevados quando comparados com os valores encontrados por Lima et al. (2020) no estado do Piauí durante um estudo realizado no período de 2014 a 2018, em que apresentou uma incidência média de tuberculose de 25,92 casos por cada 100 mil habitantes.

O presente estudo mostrou uma concentração maior de incidência de casos na faixa que ocupa a região litorânea do Ceará e um padrão de distribuição irregular em direção ao interior do estado como também em grandes centros urbanos no interior do estado, contribuindo assim para uma maior incidência nas cidades em seu entorno. Como cita Neto et al. (2020), as grandes zonas urbanas dos estados apresentam grandes aglomerados populacionais, elevadas desigualdades socioeconômicas, educação de má qualidade e dificuldade de acesso a serviços de saúde, fatores que amplificam a incidência da tuberculose, influenciando também nas cidades próximas. Assim, as populações mais acometidas pela TB no Brasil residem em locais com

maior prevalência de subdesenvolvimento, como nos subúrbios das grandes cidades e em áreas rurais (Guimarães et al., 2018).

Ao avaliar o perfil epidemiológico do estado de Pernambuco no período de 2009 a 2019, Lira et al. (2021) verificou um total de 61.449 casos notificados. Quando comparado ao período do referido estudo no estado do Ceará que possui o mesmo intervalo e um total de 46,951 casos, este valor se torna menos em decorrência do tamanho da população pernambucana, representada por 9.616.621 habitantes com densidade demográfica de 89,62 hab/km<sup>2</sup>, bem maior quando faz referência ao estado do Ceará, que possui uma densidade demográfica de 56,76 hab/km<sup>2</sup>.

Fortaleza, Caucaia, Sobral, Maracanaú e Itaitinga foram os municípios que apresentaram a maior incidência de casos, sendo responsáveis por 62,25% (32.014) do total de casos de TB em todo o estado durante o período de estudo. É importante frisar que os municípios de Caucaia, Maracanaú e Itaitinga fazem parte da Região Metropolitana de Fortaleza e por apresentarem um constante fluxo intermunicipal de pessoas, o número de casos tendem a aumentar. Tal informação vai de encontro com Barbosa et al. (2013) que, ao avaliarem a distribuição espacial da tuberculose na Região Nordeste entre 2005-2010, concluíram que as capitais dos estados nordestinos e suas áreas metropolitanas apresentam-se como importantes centros para a propagação da tuberculose e de outras doenças transmissíveis.

A Região Metropolitana de Fortaleza abriga 4.074.730 milhões de pessoas, e foi responsável por um total 32.519 casos (FNEM, 2018). Comparando com Lira et al. (2021), a região Metropolitana do Recife totalizou em 50.470 (82,13%) casos durante o período de 2009 a 2019. Essas duas regiões metropolitanas são importantes pelo fato de estarem entre as regiões metropolitanas mais populosas do Brasil, o que intensifica problemas socioeconômicos e dificuldades de acesso a saúde de qualidade devido ao grande número populacional (Facundo, 2018). Desta forma, os grandes centros urbanos possuem um papel importante na manutenção e distribuição da tuberculose, além de mostrarem uma distribuição heterogenia com locais específicos de concentração. Os mapas temáticos permitiram a visualização de locais com alta incidência da doença.

É possível observar uma concentração da tuberculose na região litorânea do estado. Mendonça et al. (2020) observaram um padrão semelhante quando avaliaram o padrão espacial de distribuição da tuberculose para o estado de Santa Catarina nos anos de 2005 a 2015. 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 (Souza et al., 2020). Assim sendo, de acordo com Barbosa et al. (2013), as maiores incidências de tuberculose estão localizadas, em sua maioria, na grande área que se estende por toda faixa litorânea, o que implica em uma estreita relação entre a tuberculose, o espaço e sua organização. Mesmo havendo uma maior incidência da tuberculose no litoral, algumas cidades do interior cearense, por serem grandes polos urbanos no interior do estado, também apresentaram elevados casos de tuberculose para o período estudado.

A identificação de clusters pode indicar locais de alta incidência e correlação espacial dos casos notificados. O risco relativo é um valor que representa o quanto uma área é mais ou menos susceptível a ter a presença do evento em relação as demais áreas de toda a extensão territorial estudada (Souza et al., 2019). O cluster primário que compreende os municípios de Fortaleza, Caucaia, Maracanaú, Pacatuba, Itaitinga, Eusébio apresentou um risco relativo de 1,91 enquanto o secundário, que faz referência aos municípios de Sobral e Forquilha apresentou um risco relativo de 1,94, indicando que nesses locais a chance de se encontrar a doença é quase de duas vezes maior comparado aos demais locais.

Os municípios de Caucaia, Maracanaú, Pacatuba, e Itaitinga além de possuírem um constante fluxo intermunicipal de pessoas, há a presença de unidades prisionais nesses municípios, o que pode estar contribuindo para a formação do cluster primário. Salienta-se que o município de Sobral, além de ter unidades prisionais em seu entorno, é um dos principais polos econômicos no interior do estado cearense, o que também contribui para um intenso fluxo de pessoas bem como grandes problemas socioeconômicos decorrentes do aglomerado populacional. De acordo com Oliveira et al. (2012), a tuberculose em unidades prisionais tem uma incidência 25 vezes maior do que na população geral. Para Silva et al. (2017), os estados do

Nordeste necessitam de uma vigilância priorizada da tuberculose devido a formação de clusters relacionados com a detecção e acompanhamento da tuberculose, com ênfase para os estados de Pernambuco, Ceará e Bahia.

## 5. Conclusão

No presente estudo foi possível observar que, mesmo com avanços no tratamento e no diagnóstico da tuberculose, a doença ainda apresenta elevados índices de incidência no estado do Ceará, indicando um endemismo no território Cearense, o que representa um agravo importante para a região. Os dois clusters encontrados tornam-se uma importante ferramenta para o direcionamento mais efetivo de políticas públicas para essas áreas de maior risco.

Contudo faz-se necessário a adoção de medidas mais eficazes no controle da tuberculose, melhorando a atenção primária a saúde, como também um maior aprofundamento em estudos quanto à dinâmica epidemiológica da tuberculose no estado do Ceará para a inserção concreta de medidas ainda mais eficazes que contribuam para uma melhoria na qualidade de vida da população cearense. Saliente-se, ainda, a importância da realização de estudos futuros mais abrangentes para se determinar a real situação epidemiológica da infecção no estado.

## Referências

- Barbosa, I. R., Pereira, L. M. S., Medeiros, P. F. M., Valentim, R. S., Brito, J. M., & Costa, Í. C. C. (2013). Análise da distribuição espacial da tuberculose na região Nordeste do Brasil, 2005-2010. *Epidemiol Serv Saúde*. 22(4):687-95. <https://doi.org/10.5123/S1679-49742013000400015>
- Barreto, M. T. S., Santos, G. M., Monteiro, M. J. S. D., Jesus, R. L. R., Barbosa, G. S., & Oliveira, V. A. (2020). Epidemiologia da tuberculose em um estado do nordeste brasileiro. *Res Soc Dev*. 9(7): e52973643. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i7.3643>
- Bedaque, H. P., & Bezerra, E. L. M. (2018). Descomplicando MBE: uma abordagem prática da medicina baseada em evidências. (1st ed., pp. 21-22). *Caule de Papiro*. [https://www.researchgate.net/profile/Joao-Victor-Cabral-4/publication/343126150\\_Valor\\_Preditivo/links/5f17f136a6fdcc9626a68e02/Valor-Preditivo.pdf#](https://www.researchgate.net/profile/Joao-Victor-Cabral-4/publication/343126150_Valor_Preditivo/links/5f17f136a6fdcc9626a68e02/Valor-Preditivo.pdf#)
- Facundo, M. (2018). Fortaleza tem a Região Metropolitana mais populosa do Nordeste, diz IBGE. Fortaleza: Jornal o Povo. <https://www.opovo.com.br/noticias/fortaleza/2018/08/fortaleza-tem-a-regiao-metropolitana-mais-populosa-do-nordeste.html>
- Fórum Nacional de Entidades Metropolitana. (2018). Regiões Metropolitanas do Estado do Ceará. FNEM. <https://fnembrasil.org/regiao-metropolitana-de-fortaleza-ce>
- Guimarães, A. B. G., Mello, D. C., Souza, L. A. C., Silva, S. T. F., & Souza, V. F. (2018). A história da tuberculose associada ao perfil socioeconômico no Brasil: uma Revisão da Literatura. *Caderno Graduação - Ciênc Biol Saúde*. 3(3):43-52. <https://periodicos.set.edu.br/facipesaude/article/view/5982/2939>
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2019). Cidades e Estados. IBGE. <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ce/.html#>
- Kulldorff, M. (2021). An isotonic spatial scan statistic for geographical disease surveillance. *National Institute of Health*. 48(2):94-101. [https://www.researchgate.net/profile/MartinKulldorff/publication/224001956\\_An\\_Isotonic\\_Spatial\\_Scan\\_Statistic\\_for\\_Geographical\\_Disease\\_Surveillance/links/550c1c960cf2b2450b4ebbf/An-Isotonic-Spatial-Scan-Statistic-for-Geographical-Disease-Surveillance.pdf](https://www.researchgate.net/profile/MartinKulldorff/publication/224001956_An_Isotonic_Spatial_Scan_Statistic_for_Geographical_Disease_Surveillance/links/550c1c960cf2b2450b4ebbf/An-Isotonic-Spatial-Scan-Statistic-for-Geographical-Disease-Surveillance.pdf)
- Lima, M. M. P., Ferreira, P. R. B., Batista, C. L., Magalhães, L. M., Souza, R. P., & Oliveira, E. H. (2020). Análise temporal e epidemiológica dos casos de tuberculose no Estado do Piauí, Brasil. *Res Soc Dev*. 9(2):e160922252. <http://doi.org/10.33448/rsd-v9i2.2252>
- Lira, J. L. M., Calado, M. F., Amorim, D. S., Fernandes, F. N., Matos, R. A., Moreira, R. S., & Oliveira, L. L. (2021). Perfil epidemiológico dos casos de tuberculose no Estado de Pernambuco de 2009 a 2019. *Res Soc Dev*. 10(3):1-12. <http://doi.org/10.33448/rsd-v10i3.12916>
- Mendonça, S. A., Franco, S. C., Vieira, C. V., & Prado, R. L. (2020). Análise espacial da tuberculose em Santa Catarina correlacionando com determinantes sociais e de saúde. *Rev Bras Geogr Fís*. 13(7):3159-76. <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/246555/37702>
- Ministério da Saúde do Brasil. (2019). Boletim Epidemiológico-Brasil Livre da Tuberculose: evolução dos cenários epidemiológicos e operacionais da doença. <https://antigo.saude.gov.br/images/pdf/2019/marco/22/2019-009.pdf>
- Ministério da Saúde do Brasil. (2019). Manual de Recomendações para o Controle da Tuberculose no Brasil.
- Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. [http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual\\_recomendacoes\\_controle\\_tuberculose\\_brasil\\_2\\_ed.pdf](http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_recomendacoes_controle_tuberculose_brasil_2_ed.pdf)
- Ministério da Saúde do Brasil. (2021). Boletim Epidemiológico da Tuberculose. [https://www.gov.br/saude/pt-br/media/pdf/2021/marco/24/boletim-tuberculose-2021\\_24.03](https://www.gov.br/saude/pt-br/media/pdf/2021/marco/24/boletim-tuberculose-2021_24.03)
- Neto, A. R. P., Macêdo, K. P. C., Vaz, J. L. S., Costa, S. C. R., Feitosa, S. D. M., Neves, V. C., Verde, R. M. C. L. V., Nascimento, M. H., Soares, L. F., Sousa, F. C. A., Moraes, A. B., & Oliveira, E. H. (2020). Perfil epidemiológico dos casos de tuberculose no estado do Maranhão de 2009 a 2018. *Rev Eletrônica Acervo Saúde*. 1(53):1-11. <https://doi.org/10.25248/reas.e992.2020>

Oliveira, A. V. S., Alfonso, A. D., Miranda, R. S., & Oliveira, T. R. S. (2020). Perfil epidemiológico da tuberculose no Nordeste do Brasil: série temporal de 2008 a 2018. *Res Soc Dev*. 9(2):e108922129. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i2.2129>

Oliveira, L. G. D., Natal, S., & Camacho, L. A. B. (2012). O programa de controle da tuberculose em unidades prisionais de dois estados brasileiros. *Cad Saude Colet*. 20(2):250–57.

Rasanatha, K., Sivasankara, K. A., Jaramillo, E., & Lönnrot, K. (2011). The social determinants of health: key to global tuberculosis control. *Int J Tuberc Lung*. 15(2):30-6. <https://doi.org/10.5588/ijtld.10.0691>

Silva, M. C. (2017). Sistemas de informações geográficas na identificação de doenças e epidemias. *Tekhne Logos*. 8(4):94–106.

Souza, H. P., Oliveira, W. T. G. H., Santos, J. P. C., Toledo, J. P., Ferreira, I. P. S., Esashika, S. N. G. S., Lima T. F. P., & Delácio, A. S. (2020). Doenças infecciosas e parasitárias no Brasil de 2010 a 2017: aspectos para vigilância em saúde. *Rev Panam Salud Pública*. (44)10. <https://doi.org/10.26633/RPSP.2020.10>

Souza, E. C. O., Santos, E. S., Rosa, A. M., & Botelho, C. (2019). Space-time scan for identification of risk areas for hospitalization of children due to asthma in Mato Grosso, Brazil. *Rev Bras Epidemiol*. 22:e190019. <https://doi.org/10.1590/1980-549720190019>