



Aglomerados espaciais e espaço-temporais de tuberculose em município do Nordeste Brasileiro

Space and space-temporary clusters of tuberculosis in a Northeast Brazilian municipality

Janiel Conceição da Silva¹, Livia Fernanda Siqueira Santos¹, Floriacy Stabnow Santos¹, Livia Maia Pascoal^{1,2},
Ismália Cassandra Costa Maia Dias¹, Ana Cristina Pereira de Jesus Costa¹, Marcelino Santos Neto^{1,2}

¹ Centro de Ciências Sociais, Saúde e Tecnologia (CCSST), Programa de Pós-Graduação em Saúde e Tecnologia (PPGST) da Universidade Federal do Maranhão (UFMA), Imperatriz (MA), Brasil.

² Centro de Ciências Biológicas e da Saúde (CCBS), Programa de Pós-Graduação em Enfermagem (PPGENF) da Universidade Federal do Maranhão (UFMA), São Luis (MA), Brasil.

*Autor correspondente: Marcelino Santos Neto - E-mail: marcelinosn@gmail.com

RESUMO

Objetivou-se detectar aglomerados espaciais e espaço-temporais de tuberculose em município do nordeste brasileiro prioritário para o controle da doença. Trata-se de um estudo ecológico, no qual foram considerados os casos novos de tuberculose ocorridos em Imperatriz (MA), entre 2009 e 2018, coletados juntos ao Sistema de Informação de Agravos de Notificação. Utilizou-se da técnica de estatística de varredura para a detecção dos aglomerados espaciais e espaço-temporais dos casos. Foram identificados três aglomerados espaciais de alto risco relativo (RR): aglomerado 1 (RR=2,10), aglomerado 2 (RR= 2,20) e aglomerado 3 (RR=2,70). A análise espaço-temporal evidenciou dois aglomerados de alto risco relativo, o aglomerado 1 (RR=2,80) que ocorreu entre 01/01/2009 a 31/12/2013 e o aglomerado 2 (RR= 3,40) com ocorrência entre 01/01/2009 a 31/12/2010. Tais achados apontam para a necessidade da elaboração de estratégias para o combate e controle nas áreas de risco, considerando as evidentes desigualdades socioespaciais presentes no município sob investigação.

Palavras-chave: Análise espacial. Sistemas de informação geográfica. Sistema de informações de agravos de notificação. Tuberculose.

ABSTRACT

The objective was to detect spatial and spatiotemporal clusters of tuberculosis in a municipality in northeastern Brazil that is a priority for disease control. This is an ecological study, in which new cases of tuberculosis that occurred in Imperatriz (MA), between 2009 and 2018, were collected from the Notifiable Diseases Information System. Scanning statistics was used to detect the spatial and spatiotemporal clusters of the cases. Three spatial clusters of high relative risk (RR) were identified: cluster 1 (RR = 2.10), cluster 2 (RR = 2.20) and cluster 3 (RR = 2.70). The spatiotemporal analysis showed two spatiotemporal clusters of high relative risk, cluster 1 (RR = 2.80) that occurred between 01/01/2009 and 12/31/2013 and cluster 2 (RR = 3.40) occurring between 01/01/2009 and 12/31/2010. Such findings point to the need to elaborate procedures for combating and controlling risk areas, considering the evident socio-spatial inequalities present in the municipality under investigation.

Keywords: Geographic information systems. Notifiable diseases information system. Spatial analysis. Tuberculosis.

Recebido em Abril 13, 2020
Aceito em Novembro 04, 2020

INTRODUÇÃO

Considerada uma doença negligenciada e endêmica em diversos países, a tuberculose é uma doença infecciosa, causada pelo *Mycobacterium tuberculosis*, e transmitida por via respiratória pela inalação de aerossóis contendo bacilos expelidos pela tosse, fala ou espirro de um doente com tuberculose ativa pulmonar ou laríngea¹. A doença atinge principalmente os pulmões, podendo ainda ser disseminada para outras partes do corpo (tuberculose extrapulmonar) a depender de fatores endógenos, em especial da integridade do sistema imune¹. Mundialmente, estima-se que um quarto da população esteja infectada pelo bacilo, sob risco de desenvolver a doença, e aproximadamente 95,0% dos casos de adoecimento ocorrem nos países em desenvolvimento¹.

Apesar da redução da morbimortalidade por tuberculose ao longo das últimas décadas, em 2018 cerca de 1,5 milhão de pessoas morreram mundialmente, e, mesmo com a tendência de diminuição da incidência da doença, sua carga permanece alta entre populações de baixa renda e em situação de vulnerabilidade social, visto que cerca de 10 milhões de pessoas foram acometidas pela enfermidade nesse mesmo ano².

No Brasil, em 2018, foram diagnosticados e registrados 72.788 casos novos de tuberculose, correspondendo ao um coeficiente de incidência de 34,8 casos/100 mil habitantes. Especificamente no Maranhão, nesse mesmo ano, foram diagnosticados e registrados 2.132 casos, com coeficiente de incidência de 30,3 casos/100 mil habitantes³, representando importante panorama epidemiológico em termos de saúde pública, demandando novas abordagens de pesquisas.

Com a meta de reduzir os índices de incidência da doença no Brasil, foram definidos cenários com características a serem trabalhados nos próximos anos em municípios prioritários para o controle da doença. A exemplo, Imperatriz (MA) encontra-se no cenário 2, caracterizado por indicadores operacionais

e socioeconômicos desfavorecidos, com maior coeficiente de incidência de *aids*, além de possuir maior coeficiente de mortalidade por tuberculose. Tal subcenário apresenta desafios epidemiológicos a serem superados, assim como determinantes sociais entendidos como fatores sociais, econômicos ou comportamentais, que influenciam na saúde, positiva ou negativamente, e podem ser influenciados por decisões políticas, econômicas e/ou individuais⁴, além de aumentarem o risco da ocorrência de tuberculose⁵.

Investigações científicas relacionadas à distribuição geográfica da tuberculose vêm sendo estimuladas ao longo dos anos com a finalidade de caracterizar o comportamento espacial e espaço-temporal da doença em distintas localidades⁶⁻⁸. Tais estudos apontaram que a doença é essencialmente urbana e trouxeram subsídios para a formulação de hipóteses sobre os fatores de risco em nível social e ambiental. Desse modo, a tuberculose necessita também ser estudada sob a perspectiva da análise da distribuição espacial e espaço-temporal em cenários prioritários, permitindo acesso rápido às informações necessárias para realizar a vigilância dos casos⁹.

Nessa perspectiva, a identificação de aglomerados espaciais e espaço-temporais realizada por meio estatística de varredura em outros cenários^{10,11} possibilitou a observação das áreas que apresentam maior risco relativo para a ocorrência da tuberculose, e, por sua vez, facilitou o trabalho da vigilância epidemiológica no sentido de reduzir a morbimortalidade pela doença e de conhecer sua distribuição e tendência ao longo do tempo, fornecendo subsídios para a implementação de ações de controle.

Considerando a magnitude e a complexidade que envolvem a ocorrência de casos de tuberculose, circunscritos à necessidade de compreender sua distribuição no espaço e no espaço-tempo, de forma desagregada em distintos cenários que não fizeram uso da estatística de varredura enquanto método de análise geoespacial, este estudo objetivou detectar aglomerados espaciais e espaço-temporais de tuberculose em município do nordeste brasileiro prioritário para o controle da doença.

METODOLOGIA

DESENHO E LOCAL DO ESTUDO

Trata-se de um estudo ecológico, cujas unidades de análise foram os setores censitários de Imperatriz (MA). Foram utilizados dados do Censo de

2010 do IBGE e dos registros de casos de tuberculose obtidos do Sistema Nacional de Informação de Agravos de Notificação (SINAN). O estudo foi realizado em Imperatriz (Figura 1), que possui uma população estimada de 258.682 habitantes, uma área territorial 1.368,98 km² e 102 estabelecimentos de saúde cadastrados no Sistema Único de Saúde (SUS)¹².

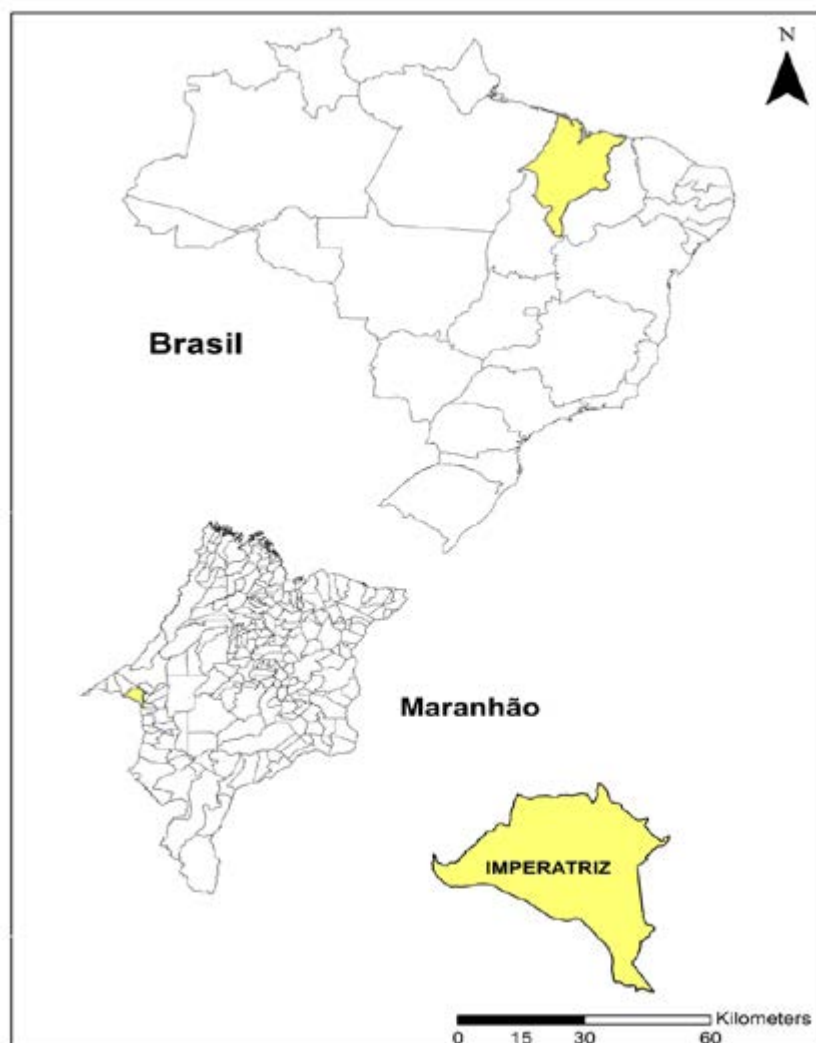


Figura 1. Mapa do Brasil, com destaque para o Estado do Maranhão e para a cidade de Imperatriz. Adaptado de bases geográficas.

De acordo com os resultados do universo do último censo demográfico, realizado em 2010, a cidade de Imperatriz é dividida em 246 setores censitários, sendo 218 da zona urbana e 28 da zona rural distribuídos em 160 bairros¹³.

Localizado a 626 km da capital São Luís, o município é considerado o segundo maior centro populacional, econômico, político e cultural do

Maranhão e conta com 48,3% de esgotamento sanitário adequado, e 86% de abastecimento de água potável e taxa de escolarização de seis a 14 anos de 98,4%¹².

COLETA DE DADOS

Foram incluídos todos os casos novos notificados confirmados de tuberculose, a partir

das fichas de notificação de tuberculose do SINAN, no período compreendido entre janeiro de 2009 a dezembro de 2018. Os dados da pesquisa foram coletados pelo coordenador da proposta em junho em 2019, junto ao Serviço de Vigilância em Saúde (SVS) da Unidade Gestora Regional de Saúde de Imperatriz (UGRSI), após treinamento específico para definição das variáveis a serem obtidas do SINAN.

ANÁLISE DOS DADOS

Realizou-se a padronização e equiparação dos endereços residentes das zonas urbana e rural do município de Imperatriz com a base cartográfica do município, com projeção UTM/WGS84, extensão *shp* (Shapefile). Em seguida, com o auxílio do software TerraView versão 4.2.2, procedeu-se a geocodificação, quando houve a interpolação linear do endereço completo, a um ponto no segmento de logradouro correspondente, sendo possível, a partir de então, elaborar padrões de pontos de eventos. De forma complementar, foram utilizadas a ferramenta Batch Geocode (disponível em <http://batchgeo.com/br/>) e as buscas *in locu* por meio do Sistema de Posicionamento Global (GPS).

Para detecção de aglomerados espaciais e espaço-temporais dos casos de tuberculose foi utilizado o setor censitário como unidade de análise ecológica, baseado no fato de ser o nível mais desagregado de grupos populacionais e socioeconômicos, coletados de forma sistemática, periódica e padronizada com abrangência nacional¹⁴.

Empregou-se a estatística *Scan*, também denominada de varredura¹⁵, com intuito de detectar os aglomerados dos casos de tuberculose no espaço e no espaço tempo. Foram criados três arquivos, o primeiro de casos com dados sobre o número do setor censitário onde ocorreu o evento, data da ocorrência, sexo e idade das pessoas notificadas; o segundo arquivo com as coordenadas geográficas dos centroides dos setores censitários; o terceiro com dados populacionais dos setores censitários seguiu conotação com sexo e idade de acordo com os dados dos Resultados Gerais do Universo¹³.

Levando-se em consideração a identificação de aglomerados essencialmente espaciais, em que a distribuição é heterogênea e os eventos são raros em relação à população, foi utilizado o modelo discreto de Poisson, e requereu condições como a não sobreposição geográfica dos aglomerados, o tamanho máximo do aglomerado igual a 50% da população exposta, o aglomerado com formato circular e 999 replicações¹⁵.

Para a detecção dos aglomerados espaço-temporais foi considerado novamente o modelo discreto de Poisson com as condições de análises similares, entretanto, atendendo aos critérios de tamanho máximo do aglomerado temporal igual a 50% do período de estudo¹⁵, precisão do tempo em dia, mês e ano e período de tempo entre janeiro de 2009 e dezembro de 2018.

Conjuntamente, as detecções no espaço e no espaço-tempo foram realizadas controlando-se a ocorrência dos casos de tuberculose pelo tamanho da população dos setores censitários, por sua distribuição etária e de acordo com o sexo, além de tentativas de detecção de aglomerados de altos e baixos riscos relativos.

Foram construídos mapas temáticos das análises de varredura contendo o risco relativo (RR) dos aglomerados. O risco relativo, nesta ocasião, permitiu comparar informações de áreas distintas, padronizando-as e retirando o efeito das diferentes populações, de modo a retratar a intensidade da ocorrência do fenômeno com relação a todas as regiões de estudo¹⁵. Todas as análises de detecção de aglomerados foram processadas no software SaTScan™, versão 9.2 e os mapas temáticos foram gerados no software ArcGis 10.5.

ASPECTOS ÉTICOS

Atendendo aos preceitos da resolução nº466/2012, para realização deste estudo, o projeto foi previamente submetido à apreciação do Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo seres humanos da Universidade Federal do Maranhão (UFMA) (CAAE 55982316.2.0000.5087) e aprovado sob parecer nº 1.627.931 emitido em 07 de julho de 2016.

RESULTADOS

Entre 2009 a 2018 foram registrados 800 casos novos de tuberculose, sendo que a maioria referiu-se ao sexo masculino (63,0%), raça/cor parda (60,0%), com predomínio da escolaridade de primeira a quarta série incompleta (39,4%). Destes, 761 foram geocodificados, o que corresponde a, aproximadamente, 95,0% do total, sendo 700 casos (92%) por meio do software TerraView, 50 casos (6,6%) utilizando a ferramenta

Batch Geocode e 11 casos (1,4%) realizando buscas dos endereços com a utilização do GPS. Não foi possível a geocodificação de 39 (5,0%) dos casos, por terem apresentado incoerências e/ou inconsistências nos endereços informados, mesmo com a utilização de diversas estratégias para a geocodificação dos eventos em estudo.

A análise de varredura espacial permitiu a detecção de três aglomerados espaciais de alto risco relativo, estatisticamente significantes (Figura 2).

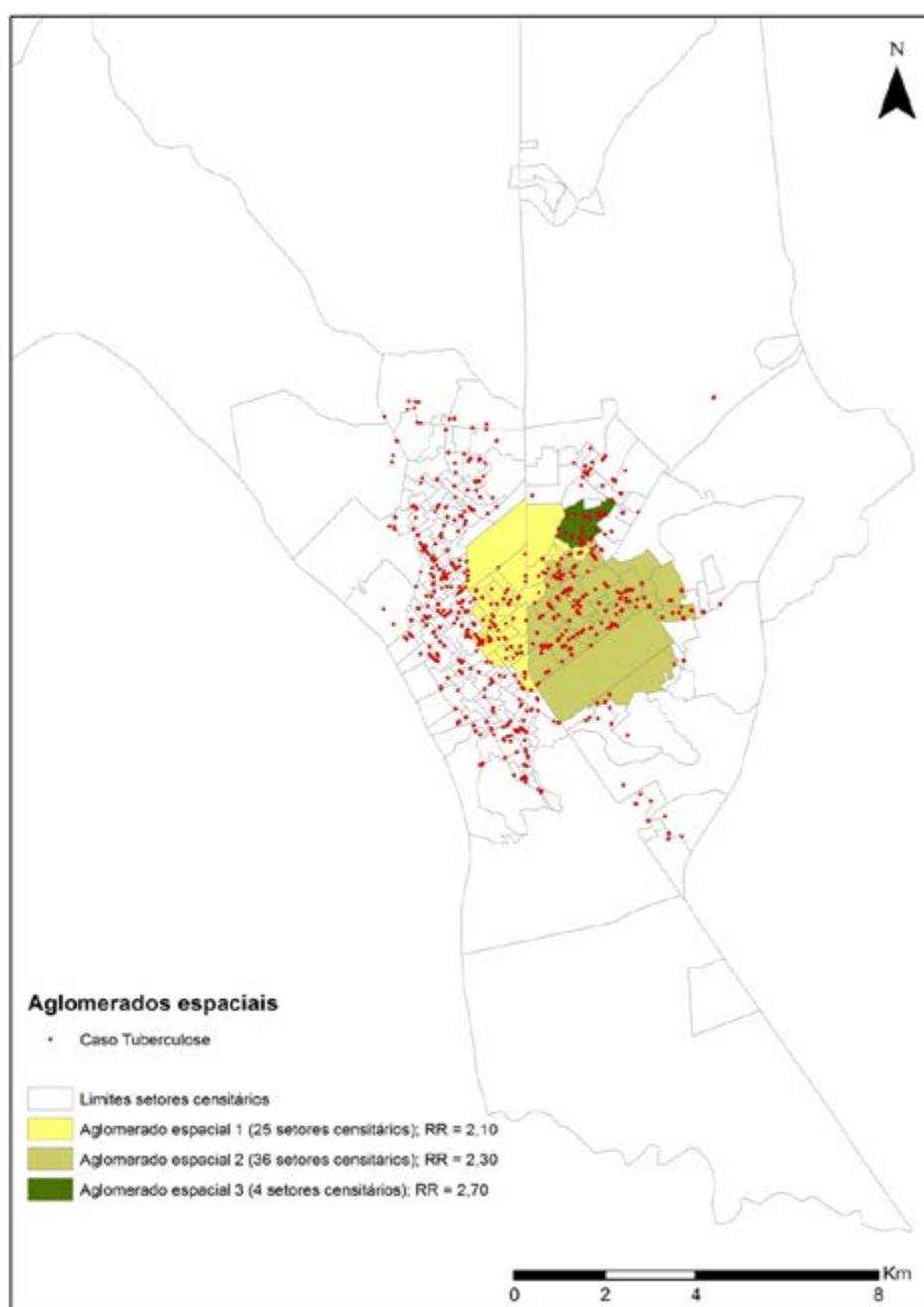


Figura 2. Aglomerados espaciais dos casos de tuberculose, controlados pela população dos setores censitários e por sua distribuição por sexo e idade, Imperatriz (MA) (2009 a 2018)

Características como números de casos, número de setores censitários, população, incidência, RR (IC95%) e bairros envolvidos nos aglomerados espaciais detectados estão expressas na Tabela 1.

Tabela 1. Caracterização dos aglomerados espaciais dos casos de tuberculose, controlados pela população dos setores censitários e por sua distribuição por sexo e idade, Imperatriz-MA (2009 a 2018)

| Aglomerados espaciais | Nº de setores censitários | Nº de casos | População (hab) | RR (IC 95%) | pvalor | Incidência/100.000 hab-ano | Bairros |
|-----------------------|---------------------------|-------------|-----------------|-----------------------|---------|----------------------------|--|
| 1 | 25 | 86 | 15.495 | 2,10 (1,60 – 2,80) | p<0,001 | 56,6 | Centro, Mercadinho, Bacuri, Parque Anhanguera, Nova Imperatriz, Vila Lobão, Santa Rita. |
| 2 | 36 | 202 | 29.990 | 2,20 (1,75 – 3,10) | p<0,001 | 58,8 | Vila Lobão, Santa Rita e São José, Entrocamento, Vila Nova, Bom Sucesso, Vila Ipiranga, Vila Redenção, Parque Alvorada, Santa Lúcia e Parque Sanharol. |
| 3 | 4 | 39 | 5.300 | 2,70 (1,91 – 2,92) | p<0,002 | 79,7 | Vila Cafeteira, Vila Ipiranga, Vila Redenção, Santa Lúcia e Vila Lobão, |

RR, risco relativo; IC, intervalo de confiança.

O aglomerado espacial 1 (RR=2,10; IC95%=1,60–2,80; p<0,001) englobou 25 setores censitários e apresentou uma taxa de incidência igual a 56,5 casos/100.000 habitantes-ano, envolvendo os bairros Centro, Mercadinho, Bacuri, Parque Anhanguera, Nova Imperatriz, Vila Lobão, Santa Rita.

O aglomerado espacial 2 (RR=2,20; IC95%=1,75–3,10; p<0,001) envolveu 36 setores censitários pertencentes aos bairros Vila Lobão, Santa Rita, São José, Entrocamento, Vila Nova, Bom Sucesso, Vila Ipiranga, Vila Redenção, Parque Alvorada, Santa Lúcia, Parque Sanharol, e apresentou uma incidência igual a 58,8 casos/100.00 habitantes-ano.

Já o aglomerado espacial 3 (RR 2,70; IC95%=1,91 – 2,92; p<0,002) englobou quatro setores censitários pertencentes aos bairros Vila Cafeteira, Vila Ipiranga, Vila Redenção, Santa Lúcia, Vila Lobão, com população de 5.300 habitantes, e taxa de incidência igual a 79,7 casos/100.000 habitantes-ano.

Referente à análise de varredura espaço-temporal dos casos, identificaram-se dois aglomerados de alto risco relativo, estatisticamente significantes. A descrição das características dos aglomerados espaço-temporais está expressa na Tabela 2 e apresentada na Figura 3.

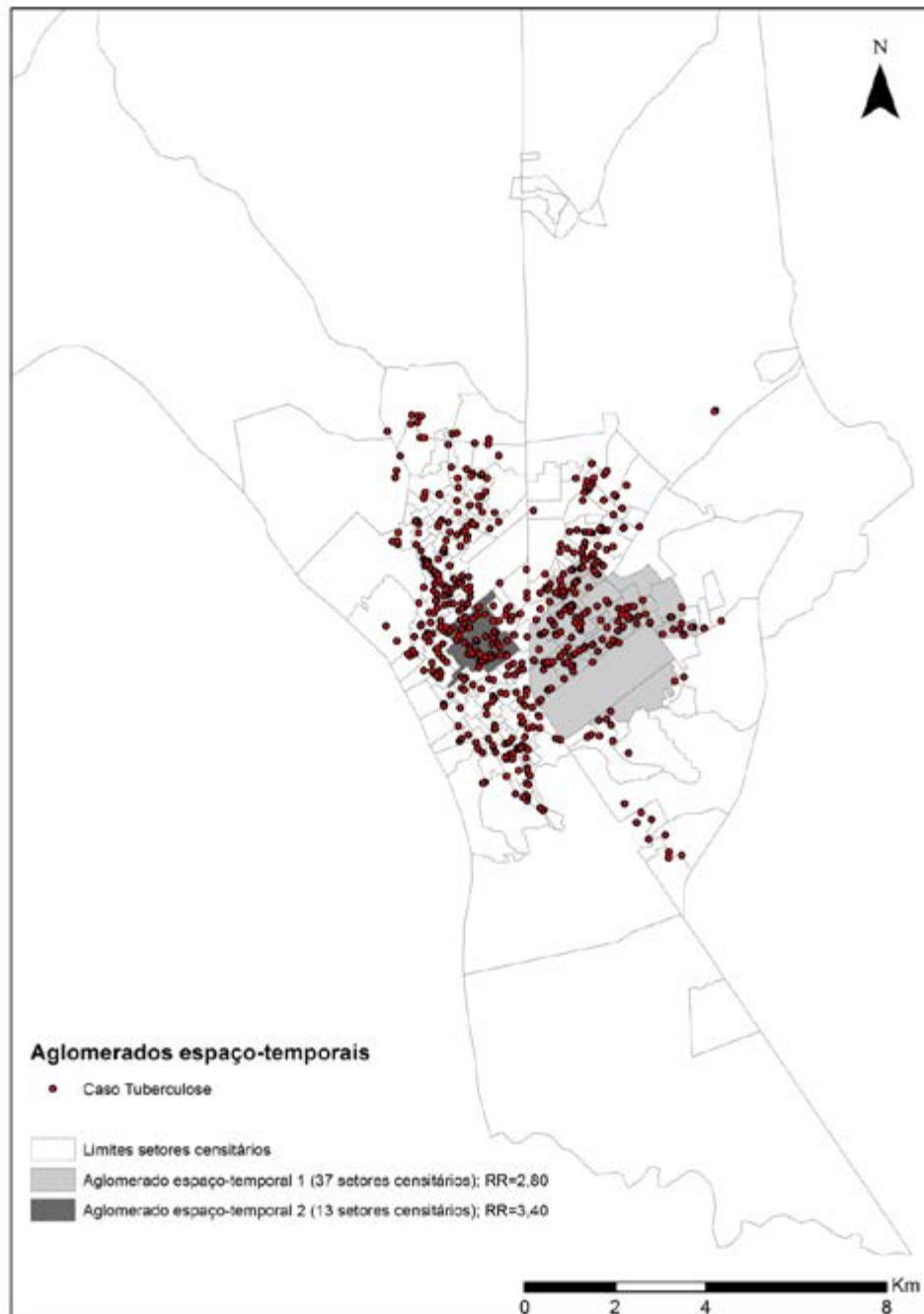


Figura 3. Aglomerados espaço-temporais dos casos de tuberculose, controlados pela população dos setores censitários e por sua distribuição por sexo e idade, Imperatriz (MA) (2009 a 2018)

Tabela 2. Caracterização dos aglomerados espaço-temporais dos casos de tuberculose, controlados pela população dos setores censitários e por sua distribuição por sexo e idade, Imperatriz (MA) (2009 a 2018)

| Aglomerados espaço-temporais e período de detecção | Nº de setores censitários | Nº de casos | População (hab) | RR (IC 95%) | Pvalor | Incidência/100.000 hab-ano | Bairros |
|--|---------------------------|-------------|-----------------|-----------------------|---------|----------------------------|---|
| 1 01/11/2009 e 31/12/2013 | 37 | 203 | 41.110 | 2,80 (1,92 – 3,73) | p<0,001 | 76,4 | Vila Lobão, Santa Rita, São José, Entrocamento, Vila Nova, Bom Sucesso, Vila Ipiranga, Vila Redenção, Parque Alvorada e Santa Lúcia |
| 2 01/01/2009 e 31/12/2010 | 13 | 63 | 11.629 | 3,40 (2,26 – 4,33) | p<0,007 | 102,2 | Centro, Mercadinho, Santa Rita, Nova Imperatriz e Bacuri |

RR, risco relativo; IC, intervalo de confiança.

Englobando 37 setores censitários, o aglomerado espaço-temporal 1 ($p < 0.001$) apresentou taxa de incidência 76,4 casos/100.00 habitantes-ano, tendo os setores censitários pertencentes aos bairros Vila Lobão, Santa Rita, São José, Entrocamento, Vila Nova, Bom Sucesso, Vila Ipiranga, Vila Redenção, Parque Alvorada, Santa Lúcia, período entre 01/11/2009 e 31/12/2013. O risco de adoecimento por tuberculose para os habitantes deste aglomerado foi igual a 2,80; IC95% = 1,92 – 3,73.

O aglomerado espaço-temporal 2 ($p < 0.007$) envolveu 13 setores censitários e apresentou taxa de incidência igual a 102,2 casos/100.000 habitantes-ano, tendo os setores censitários pertencentes aos bairros Centro, Mercadinho, Santa Rita, Nova Imperatriz, Bacuri, período entre 01/01/2009 e 31/12/2010. O risco de adoecimento por tuberculose para os habitantes deste aglomerado foi igual a 3,40; IC95% = 2,26 – 4,33.

Tanto os aglomerados espaciais, quanto espaço-temporais foram detectados em setores censitários da zona urbana do município.

DISCUSSÃO

Esta investigação objetivou detectar aglomerados espaciais e espaço-temporais dos

casos de tuberculose Imperatriz (MA), município do nordeste brasileiro prioritário para o controle da doença. No que se refere à geocodificação dos casos sob investigação, o percentual de aproximadamente 95% dos casos mostra-se uma taxa relevante e de sumo valor na realização das análises espaciais, em trabalhos que utilizam o endereçamento de banco de dados¹⁶. Investigações realizadas em diversas localidades¹⁷⁻²⁰, que trabalharam com geocodificação em saúde e endereçamento da notificação de casos de tuberculose, obtiveram taxa de geocodificação semelhante à do presente estudo, variando de 82% a 98% de georreferenciamento de eventos para aplicação das análises espaciais propostas.

Nesta investigação, os principais motivos para a não geocodificação de 5% dos casos são atribuídos às falhas nos registros das informações, como o registro de endereços inexistentes ou incompatíveis com a base cartográfica, falha no preenchimento dos endereços e, ainda, áreas de ocupação irregular como os aglomerados subnormais, adversidade igualmente identificada em outros estudos realizados no país^{18,20,21}. Cabe mencionar ainda que, apesar de apresentar Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) de 0,731, considerado elevado e o segundo maior da unidade federativa¹², o município de Imperatriz,

no final de 2018, possuía cobertura populacional estimada pelas equipes da Estratégia de Saúde da Família (ESF) de 60,99%²², fato que pode contribuir para a subnotificação de casos.

Estudos têm mostrado que a organização dos serviços de saúde, em especial da Atenção Primária à Saúde (APS), não é uniforme entre os territórios, levando a suspeitar que a intervenção para controle e vigilância da tuberculose não esteja ocorrendo de forma equilibrada geograficamente. Supõe-se, a partir disso, que existem áreas de risco para esses eventos que não são assistidas, apontando a necessidade de investigação detalhada^{8,23,24}.

Com o uso da estatística *scan*, foi possível identificar aglomerados espaciais e espaço-temporais que apresentam alto risco relativo para ocorrência da tuberculose em Imperatriz (MA), com incidência variando de 56,5 a 102 casos/100.000 habitantes, maiores do que apresentadas em estudos nacionais^{25,26}. Nessas localidades, seria fundamental uma investigação mais examinada para ser possível a identificação dos fatores associados a maior detecção de casos nesses aglomerados, em relação aos territórios que possuem o fator de proteção por não possuírem alto risco de adoecimento⁷.

Ao se utilizar setores censitários como unidade de análise ecológica, têm-se dois pontos importantes para reflexão, uma vez que ao mesmo tempo em que resulta em problemas relacionados à instabilidade estatística das taxas de incidência por conta das pequenas populações, conduz a possibilidade de se trabalhar com populações mais homogêneas, do que os bairros, por exemplo²⁷. Sendo assim, a análise de varredura permitiu segmentar o município em áreas de alto riscos pela visualização de aglomerados espaciais e espaço-temporais capazes de demarcar áreas homogêneas⁸.

A ausência de planejamento no cenário sob investigação na fase de crescimento urbano inicial é apontada como causador de marcas inextinguíveis, aspectos notórios nos dias atuais. A expansão da malha urbana da cidade não tem sido acompanhada de

cuidados adequados por parte dos gestores públicos, não havendo o interesse por parte do poder público em orientar e disciplinar o crescimento urbano de Imperatriz. Tal expansão, sem planejamento prévio, acarretou em aparecimento de áreas consideradas subnormais, carentes de serviços públicos essenciais em sua maioria^{28,29}.

Pessoas residentes em setores censitários, pertencentes ao bairro Bacuri, apresentaram alto risco de adoecimento por tuberculose, tanto no espaço, como no espaço-tempo. Este bairro, localizado na região Sudoeste do município, é um dos mais antigos da cidade cuja grande parte de sua extensão é resultado de efluente residencial de forma desordenada e sofre com presença de áreas que servem apenas como receptor de resíduos lançados pelos habitantes locais, e problemas provocados por enchentes em consequência do transbordamento do riacho Bacuri, como as que normalmente ocorrem nos períodos de chuva^{30,31}, favorecendo a proliferação de doenças, dentre elas, a tuberculose.

Problemas semelhantes são enfrentados no bairro Parque Anhanguera, relacionados ao acúmulo de lixo e nos períodos de chuva com o transbordamento dos riachos Cacau e Capivara que cortam o referido bairro³¹.

As populações residentes nos setores censitários, pertencentes aos bairros Centro e Nova Imperatriz, estiveram inseridas em aglomerados espaciais e espaço-temporais de alto risco para a tuberculose; tais áreas apresentam melhores condições de vida e localizam-se na região central da cidade. Estudos apontam que a maior captação de casos na região Central pode estar relacionada à maior subnotificação na periferia da cidade^{7,19}, e podem justificar por menor procura pelos serviços de saúde na periferia, assim como pela acentuada aglomeração populacional na região Central, o que resulta no maior número de casos de tuberculose e elevada incidência.

É válido ressaltar que a maior concentração de pessoas favorece a circulação do bacilo causador

da tuberculose¹⁷. Imperatriz apresenta diversas áreas dedicadas ao comércio varejista, representado pelas feiras/mercados livres nos bairros Centro, Mercadinho, Bacuri, Nova Imperatriz e Vila Lobão, áreas com alto risco relativo para ocorrência da tuberculose, além de serem espaços favoráveis a terem maiores taxas de tuberculose pela maior concentração populacional, e fluxo intenso de pessoas vindo de diversas localidades³⁰.

O crescimento desordenado, regular e irregulares deu origem a diversos bairros de Imperatriz, como Santa Rita, e as ocupações no bairro Vila Lobão que se estendeu para a Vila Redenção e Vila Ipiranga. No sentido leste, em contiguidade com a Vila Nova, grande contingente populacional ocupou as áreas onde atualmente se encontra a Vila Cafeteira, e apresentam-se problemas de infraestrutura³². Resultado desse cenário é a produção de um espaço urbano segmentado e dual, caracterizado por intensas desigualdades socioespaciais, não acompanhada de cuidados das gestões públicas³⁰.

Nesse sentido, é válido mencionar que o maior número de casos de tuberculose em regiões menos favorecidas, do ponto de vista social, implica e justifica a intensificação de atividades ligadas à busca de sintomáticos respiratórios para detecção precoce, instituição do tratamento, obtendo cura e interrompendo a cadeia de transmissão^{14,32}. Ademais, a acentuada desigualdade social no Brasil, observada no acesso aos recursos de saúde, educação, distribuição de renda, e no saneamento básico, estão intimamente relacionados ao risco de adoecer por tuberculose em diversas camadas sociais, conforme observado em diferentes cenários^{14,33,34}.

Cabe mencionar que as subnotificações de casos no SINAN impossibilitam o conhecimento da situação epidemiológica da doença, prejudicando o planejamento de ações voltadas ao seu controle³⁵. Destacam-se, como fragilidade, as lacunas no preenchimento dos registros, que são de suma importância para a gestão e o planejamento em saúde. Nessa perspectiva, melhorar a qualidade dos registros oferecidos são fundamentais, em relação ao preenchimento dos campos e à atualização dos dados

provenientes dos Sistemas de Informação em Saúde (SIS)³⁶.

Inerente aos estudos ecológicos, destaca-se a falácia ecológica enquanto limitação deste estudo, na qual consiste na observação da existência de um fenômeno em um nível agregado, não implica necessariamente que essa mesma relação existente se mantenha no nível individual³⁷. Ademais, emerge a necessidade de novos estudos, sobretudo, por não ter sido realizada avaliação de qualquer medida socioeconômica ou de acesso e cobertura da assistência prestada nas unidades ecológicas de análises do cenário investigado.

Apesar das limitações apontadas, esta investigação destaca-se por sua originalidade, tendo em vista a inexistência de estudos que tenham investigado a identificação de aglomerados espaciais e espaço-temporais em Imperatriz (MA) e a caracterização dos setores censitários que apresentam alto risco para ocorrência da tuberculose. Destaca-se ainda que tais unidades ecológicas de análise foram consideradas territórios de risco para desenvolvimento da doença, por tratarem-se de regiões com maiores densidades populacionais onde o fluxo de pessoas é intenso ou com condições de vida precárias^{29,31}, onde a desigualdade socioespacial é uma realidade.

CONCLUSÃO

A investigação revelou áreas no espaço e no espaço-tempo referentes aos setores censitários pertencentes aos bairros Centro, Mercadinho, Bacuri, Parque Anhanguera, Nova Imperatriz, Vila Lobão, Vila Redenção, Santa Rita, Vila Cafeteira, dentre outros, prioritárias para o controle e vigilância da doença, evidenciando aspectos importantes a serem considerados em termos de gestão e organização dos serviços. Tais achados constituem-se como subsídio para a gestão dos sistemas e serviços de saúde na busca por melhoria das condições de vida e redução das iniquidades sociais, por meio do planejamento, monitoramento e avaliação das ações de saúde.

AGRADECIMENTOS

Este estudo foi financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão – Fapema, e pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (Capes) – Finance Code 001.

REFERÊNCIAS

1. Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Manual de Recomendações para o Controle da Tuberculose no Brasil. Brasil, 2019; 345p.
2. World Health Organization. Global tuberculosis report. Executive Summary. WHO/Tb; 2019.
3. Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Boletim Epidemiológico. Brasil, 2019; 50(09).
4. Solar O, Irwin A. A conceptual framework for action on the social determinants of health. Social Determinants of Health. Discussion Paper 2 (Policy and Practice). Geneva: WHO; 2010.
5. Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Brasil Livre da Tuberculose: Plano Nacional pelo Fim da Tuberculose como Problema de Saúde Pública. Brasília, 2017; 52: 18-21.
6. Santos VB. Análise espacial dos óbitos por tuberculose no estado do Maranhão [thesis]. São Luís: Universidade Federal do Maranhão; 2018.
7. Arroyo LH, Yamamura M, Zanatta ST, Fusco A, Palha P, Ramos AC, Uchoa S, Arcêncio RA, et al. Identificação de áreas de risco para a transmissão da tuberculose no município de São Carlos, São Paulo, 2008 a 2013. *Epidemiol. Serv. Saude*, 2017; 26(3):525-34.
8. Yamamura M, Freitas IM, Neto MS, Neto FC, Popolin MA, Arroyo LH, et al. Análise espacial das internações evitáveis por tuberculose em Ribeirão Preto, SP (2006-2012). *Rev Saúde Pública* 2016;50:20.
9. Nardi, SMT, Paschoal, J.A.A, Pedro HSP, Paschoal VD, Sichieri EP. Geoprocessamento em Saúde Pública: fundamentos e aplicações. *Revista do Instituto Adolfo Lutz* 2013;72(3):185-91.
10. Berra TZ, Queiroz AAR, Yamamura M, Arroyo LH, Garcia MCDC, Popolin MP, et al. Spatial risk of tuberculosis mortality and social vulnerability in Northeast Brazil. *Rev Soc Bras Med Trop*. 2017; 50(5):693-7.
11. Arcoverde MA, Berra TZ, Alves LS, Santos DT, Belchior AS, Ramos AC, et al. How do social-economic differences in urban areas affect tuberculosis mortality in a city in the tri-border region of Brazil, Paraguay and Argentina. *BMC Public Health*. 2018; 18:795.
12. Brasil. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Brasil/Maranhão/Imperatriz. Rio de Janeiro: IBGE; 2020. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ma/imperatriz/panorama>
13. Brasil. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo demográfico 2010: aglomerados subnormais. Rio de Janeiro: IBGE; 2010.
14. Hino P, Takahashi RF, Bertolozzi MR, Egry EY. A ocorrência da tuberculose em um distrito administrativo do município de São Paulo. *Esc Anna Nery (impr.)*. 2013; 17(1):153-9.
15. Kulldorff M, Nagarwalla N. Spatial disease clusters: detection and inference. *Stat Med*. 1995;14(8):799-810.
16. Davis CA, Fonseca FT. Assessing the Certainty of Locations Produced by an Address Geocoding System. *Geo Informatica*. 2007; 11(1):103-29.
17. Pinto M, Silva TC, Gomes LC, Bertolozzi MR, Villavicencio L, Azevedo KM. et al. Ocorrência de casos de tuberculose em Crato, Ceará, no período de 2002 a 2011: uma análise espacial de padrões pontuais. *Rev Bras Epidemiol*. 2015; 18(2):313-25.
18. Araujo KM, Figueiredo TM, Gomes LC, Pinto M, Silva TC, Bertolozzi MR. Evolução da distribuição espacial dos casos novos de tuberculose no município de Patos (PB), 2001–2010. *Cad. Saúde Colet.*, 2013; 21(3):296-302.

19. Queiroga RP, Sá LD, Nogueira JA, Lima ER, Silva AC, Pinheiro PG, et al. Distribuição espacial da tuberculose e a relação com condições de vida na área urbana do município de Campina Grande – 2004 a 2007. *Rev Bras Epidemiol.* 2012; 15(1):222-32.
20. Cárdenas RE. Análise da distribuição espacial da tuberculose no Distrito Federal, 2003-2007. 2010 [thesis]. Brasília: Universidade de Brasília; 2010.
21. Fusco AP, Arcênio RA, Yamamura M, Palha PF, Reis AA, Alecrim TF, et al. Distribuição espacial da tuberculose em um município do interior paulista, 2008-2013. *Rev. Latino-Am. Enfermagem.* 2017; 25(2888):1-9.
22. Brasil. Ministério da Saúde (MS). Cobertura da Atenção Básica. 2020. [acessado 2020 Jul 14]. Disponível em: <https://egestorab.saude.gov.br/paginas/acesoPublico/relatorios/relHistoricoCoberturaAB.xhtml>
23. Ferrer GC, Silva RM, Ferrer KT, Traebert J. The burden of disease due to tuberculosis in the state of Santa Catarina, Brazil. *J Bras Pneumol.* 2013;40(1):61-8.
24. Cecilio HP, Fernandes-Molena CA, Mathias TA, Marcon SS. Profile of hospital admissions and deaths from tuberculosis. *Acta Paul Enferm.* 2013; 26(3):250-5.
25. Heck MA, Costa JS, Nunes MF. Avaliação do Programa de Tuberculose em Sapucaia do Sul (RS): indicadores, 2000-2008. *Cien Saude Colet.* 2013;18(2):481-8.
26. Cozer AM, Assis LP, Graciano AR, Amâncio VC, Dias DC. Panorama epidemiológico da tuberculose no Brasil. *Rev. Educ. Saúde* 2016; 4(2):43-50.
27. Magalhães MA, Medronho RA. Análise espacial da Tuberculose no Rio de Janeiro no período de 2005 a 2008 e fatores socioeconômicos associados utilizando microdado e modelos de regressão espaciais globais. *Cien Saude Colet.* 2017; 22(3):831-9.
28. Sousa JM. Enredo da dinâmica urbano-regional sulmaranhense: reflexões a partir da centralidade econômica de Açailândia, Balsas e Imperatriz. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia; 2015.
29. Brasil. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo demográfico 2010: aglomerados subnormais. Rio de Janeiro: IBGE; 2010.
30. Oliveira AN. Os custos socioeconômicos e ambientais dos impactos da urbanização de Imperatriz nos mananciais urbanos – um estudo de caso na micro-bacia do riacho Bacuri. 2005 [thesis]. Belém: Universidade Federal do Pará; 2005.
31. Carvalho SL. Autossegregação urbana em Imperatriz/MA: Um estudo a partir dos condomínios horizontais do bairro Santa Inês [thesis]. Porto Nacional: Universidade Federal do Tocantins; 2016.
32. Brasil. Secretaria de Vigilância em Saúde. Coordenação-Geral de Desenvolvimento da Epidemiologia em Serviços. Guia de Vigilância em Saúde: volume único. Coordenação-Geral de Desenvolvimento da Epidemiologia em Serviços. Brasília; 2019. 741.
33. Silva JC, Brito P, Souza D, Santos F, Dias IC, Neto MS. Indicadores de morbidade e caracterização epidemiológica da tuberculose em Imperatriz-Ma. *Evidentia.* 2019; 16:1-7.
34. Barbosa I, Cosme CL. Distribuição Espacial dos Casos Novos de Tuberculose Pulmonar nos Municípios da Região Norte Do Brasil, no Período de 2005 A 2010. *Caminhos de Geografia.* Uberlândia: 2013; 14(47):110-21.
35. Pinheiro RS, Andrade VL, Oliveira GP. Subnotificação da tuberculose no Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN): abandono primário de bacilíferos e captação de casos em outras fontes de informação usando linkage probabilístico. *Cad. Saúde Pública.* 2012; 28(8):1559-68.
36. Santos-Neto M, Yamamura M, Garcia M, Popolin MP, Silveira T, Arcênio RA. Análise espacial dos óbitos por tuberculose pulmonar em São Luís, Maranhão. *J Bras Pneumol.* 2014;40(5):543-51.
37. Rouquayrol MZ, Silva MG. *Rouquayrol Epidemiologia & Saúde.* 8. ed. Rio de Janeiro: MedBook, 2018.