

**ANÁLISE ESPACIAL DOS ÓBITOS POR
TUBERCULOSE NO ESTADO DO MARANHÃO**

SÃO LUÍS, MA

ABRIL – 2018

VANDIEL BARBOSA SANTOS

**ANÁLISE ESPACIAL DOS ÓBITOS POR TUBERCULOSE NO ESTADO DO
MARANHÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva da Universidade Federal do Maranhão como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Saúde Coletiva.

Orientadora: Profa. Dra. Arlene de Jesus Mendes Caldas

Coorientadora: Profa.Dra. Alcione Miranda dos Santos

SÃO LUÍS, MA

ABRIL – 2018

VANDIEL BARBOSA SANTOS

**ANÁLISE ESPACIAL DOS ÓBITOS POR TUBERCULOSE NO ESTADO DO
MARANHÃO**

Dissertação aprovada em _____ de _____ de 2018 pela banca
examinadora constituída dos seguintes membros:

Banca Examinadora:

Profa. Dra. Arlene de Jesus Mendes Caldas
Orientadora
Universidade Federal do Maranhão

Profa. Dra. Alcione Miranda dos Santos
Coorientadora
Universidade Federal do Maranhão

Profa. Dra. Tereza Cristina Silva
Examinador Externo
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão

Profa. Dra. Maria dos Remédios Freitas Carvalho Branco
Examinador Interno
Universidade Federal do Maranhão

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo autor.
Núcleo Integrado de Bibliotecas/UFMA

Santos, Vandiel Barbosa.

Análise espacial dos óbitos por tuberculose no Estado do Maranhão / Vandiel
Barbosa Santos. - 2018. 55 f.

Coorientadora: Alcione Miranda dos Santos. Orientadora: Arlene de Jesus Mendes
Caldas. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Saúde
Coletiva/ccbs, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2018.

1. Análise espacial. 2. Mortalidade. 3. Tuberculose. I. Caldas, Arlene de Jesus
Mendes. II. Santos, Alcione Miranda dos. III. Título.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Maranhão (UFMA) e ao Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva (PGSC) pela oportunidade de formação.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa no primeiro ano de estudo.

À minha orientadora, professora Arlene de Jesus Mendes Caldas pela confiança, presteza, paciência e ensinamentos durante toda a trajetória dessa orientação.

À minha coorientadora, professora Alcione Miranda dos Santos pelo suporte e ensinamentos a mim dispensados.

A Deus nosso Senhor, pela dádiva da vida e oportunidade de alcançar voos tão altos.

Aos meus pais Lucinete Barbosa Santos e Jaime Pires Santos, pelo amor, cuidado e confiança durante toda minha vida. Sem vocês seria impossível chegar até aqui.

Enfim à minha família, amigos e colegas que fiz durante esta jornada, que direta ou indiretamente contribuíram para tornar meus dias mais agradáveis e felizes, podendo assim, chegar ao fim de mais essa etapa na minha vida profissional.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Histograma e Boxplot das taxas de mortalidade por tuberculose, Maranhão, Brasil 2010-2015	42
Figura 2: Distribuição espacial da taxa de mortalidade por tuberculose por municípios, Maranhão, Brasil, 2010-2015.....	43
Figura 3: Distribuição espacial do risco relativo das taxas de mortalidade por tuberculose por municípios, Maranhão, Brasil, 2010-2015	44
Figura 4: Identificação das áreas de risco para ocorrência de óbitos por tuberculose	45
Figura 5: Correlograma espacial para o Índice de Moran Local.....	46
Figura 6: Diagrama de Espalhamento do Índice de Moran Local.....	47
Figura 7: Mapa da distribuição espacial da probabilidade de ocorrência de óbitos por tuberculose.....	48
Tabela 1 Medidas DIC dos modelos utilizados para o ajuste dos óbitos por tuberculose.....	49
Tabela 2 Resultados do poiCAR para o modelo espacial.....	49

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CAR - Conditional Auto Regressive

DATASUS – Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde

DIC – Critério de informação do desvio

DO - Declaração de Óbito

HIV – Human Immunodeficiency Virus

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IDHM – Índice de Desenvolvimento Humano Municipal

MA – Maranhão

MS - Ministério da Saúde

MTB - *Mycobacterium tuberculosis*

SIM – Sistema de informação sobre Mortalidade

SINAN - Sistema de Informação de Agravos de Notificação

SIS - Sistemas de Informação em Saúde

SUS - Sistema Único de Saúde

TB – Tuberculose

TBP – Tuberculose Pulmonar

WHO – World Health Organization

SANTOS, Vandiel Barbosa, **Análise espacial dos óbitos por tuberculose no Estado do Maranhão**, 2018, Dissertação (Mestrado em Saúde Coletiva) - Programa de Pós-graduação em Saúde Coletiva, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 54 p.

RESUMO

INTRODUÇÃO: A TB é uma doença infectocontagiosa que apesar do declínio nas taxas de incidência e mortalidade, continua sendo um importante problema de saúde pública no Brasil e no mundo. O Maranhão está no grupo dos Estados prioritários para o combate da TB, tendo em vista seus deficientes indicadores sociais e econômicos que corroboram para a manutenção dos casos de TB, e conseqüentemente com o desfecho óbito. **OBJETIVO:** Analisar a distribuição espaço-temporal dos óbitos por tuberculose no Estado do Maranhão nos anos de 2010 a 2015. **MÉTODOS:** Trata-se um estudo ecológico dos óbitos por tuberculose no estado do Maranhão, no Sistema de Informação sobre Mortalidade, no período de 2010 a 2015, tendo como unidade de análise os municípios. Foi feita a análise descritiva dos óbitos por TB no Maranhão, usando-se como indicador o coeficiente de mortalidade por TB. Para o estudo do padrão espacial foi utilizado o índice de Moran global, bem como o correlograma e espalhamento do índice de Moran. Visando capturar a correlação espacial entre os municípios vizinhos, diferentes modelos de regressão com estrutura condicionalmente autoregressiva (CAR) foram ajustados. **RESULTADOS:** De 2010 a 2015 foram notificados 949 óbitos por TB no Maranhão, pelo Moran identificou-se uma forte dependência espacial na ocorrência dos óbitos por seus pares vizinhos. Os municípios que apresentaram altas taxas de mortalidade foram: Brejo de Areia, Junco do Maranhão, Governador Nunes Freire e São Luís. As áreas de vulnerabilidade para a ocorrência do óbito por TB compreendem o grupo os municípios de São Luís, Imperatriz, Grajaú, Caxias e o grupamento de municípios composto por São Mateus do Maranhão, Alto Alegre do Maranhão, Coroatá, Peritoró, São Luís Gonzaga do Maranhão, Bacabal e Pirapemas. Por meio do modelo CAR ajustado constatou-se que aproximadamente 12% dos municípios possuem mais que 75% de chance de ocorrer um óbito por TB, e que o norte e a parte central do Estado são as regiões que concentram as maiores probabilidades de óbito por TB. **CONCLUSÃO.** A dependência espacial da taxa de mortalidade por TB de determinada área é afetada pelas taxas das áreas vizinhas.

Palavras-chave: Análise espacial; Mortalidade; Tuberculose.

SANTOS, Vandiel Barbosa, **Análise espacial dos óbitos por tuberculose no Estado do Maranhão**, 2018, Dissertação (Mestrado em Saúde Coletiva) - Programa de Pós-graduação em Saúde Coletiva, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 54 p.

ABSTRACT

INTRODUCTION: TB is an infectious disease that despite the decline in incidence and mortality rates remains a major public health problem in Brazil and worldwide. Maranhão is in the group of priority states for the fight against TB, in view of its deficient social and economic indicators that support the maintenance of TB cases, and consequently with the death outcome.

OBJECTIVE: To analyze the spatio-temporal distribution of tuberculosis deaths in the State of Maranhão in the years 2010 to 2015. **METHODS:** This is an ecological study of tuberculosis deaths in the state of Maranhão, reported in the Information System and Notification Diseases and in the Mortality Information System, from 2010 to 2015, with the municipalities as the analysis unit. A descriptive analysis of TB deaths in Maranhão was made using the TB mortality coefficient as an indicator. For the study of the spatial pattern was used the global Moran index, as well as the correlogram and scattering of the Moran index. Aiming to capture the spatial correlation between neighboring municipalities, different regression models with conditionally autoregressive structure (CAR) were adjusted. **RESULTS:** Between 2010 and 2015, 949 deaths were reported for tuberculosis in Maranhão, Moran identified a strong spatial dependence on the occurrence of deaths by its neighboring peers. The municipalities that presented high mortality rates were: Brejo de Areia, Junco do Maranhão, Governador Nunes Freire and São Luís. Areas of vulnerability to TB occurrence include the municipalities of São Luís, Imperatriz, Grajaú, Caxias (São Mateus do Maranhão, Alto Alegre do Maranhão, Coroatá, Peritoró, São Luís Gonzaga do Maranhão, Bacabal and Pirapemas). Through the adjusted CAR model, it was found that approximately 12% of the municipalities have more than a 75% chance of TB death, and that the north and central part of the state are the regions that have the highest probability of death by TB. **CONCLUSIONS:** The spatial dependence of the TB mortality rate of a given area is affected by the rates of neighboring areas.

Keyword: Mortality; Spatial analysis; Tuberculosis.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 OBJETIVOS	12
2.1 Geral.....	12
2.2 Específicos	12
3 REVISÃO DE LITERATURA.....	13
3.1 Epidemiologia da tuberculose	13
3.2 Sistemas de Informação	15
3.3 Distribuição espaço-temporal em saúde	17
4 MATERIAL E MÉTODOS	19
4.1 Tipo de estudo	19
4.2 Local do estudo	19
4.3 População do estudo	19
4.4 Procedimentos de coleta de dados.....	19
4.5 Análise estatística.....	20
4.6 Aspectos éticos	21
5 ARTIGO	22
5.1 ARTIGO.....	22
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	50
REFERÊNCIAS	51

1 INTRODUÇÃO

A tuberculose, doença infectocontagiosa, e que dispõe de tratamento altamente eficaz desde a década de 60, continua a ser um grande problema de saúde pública. Um terço da população mundial está infectado por *Mycobacterium tuberculosis* (MTB) e em risco de desenvolver a doença; deste contingente cerca de 9,27 milhões pessoas/ano adoecem e, em torno de dois milhões morrem. A maioria ocorre no continente asiático (55%) e africano (31%) com pequena proporção de casos na região do Mediterrâneo (6%), na região Europeia (5%) e na região das Américas (3%) (WHO, 2011).

A prevalência e a mortalidade por tuberculose vêm declinando em todo mundo, de modo que a maioria dos países provavelmente alcançará a meta de redução desses coeficientes em 50% em relação aos indicadores de 1990 até 2015. Um novo desafio já foi lançado pela Organização Mundial de Saúde para após o ano de 2015: a eliminação da tuberculose até 2050. A doença representa a segunda causa de óbitos entre as doenças infecciosas e causou, em 2012, cerca de 1,3 milhões de mortes no mundo, demonstrando sua gravidade, especialmente nos 22 países que concentram 80% da carga da doença (WHO, 2013).

O Brasil ocupa atualmente a 18ª posição em carga de tuberculose, representando 0,9% dos casos estimados no mundo e 33% dos estimados para as Américas. Em 2014 o coeficiente de incidência era 34,1/100.000 habitantes e uma taxa de mortalidade de 2,2/100.000 habitantes, mesmo diante da redução desses índices e do cumprimento das metas internacionais, o país tem enfrentado grandes desafios quando se refere aos indicadores operacionais, que refletem diretamente a qualidade da assistência em saúde (BRASIL, 2016a).

O Estado do Maranhão tem oito municípios considerados prioritários para o controle da tuberculose por apresentarem população acima de 100.000 habitantes e carga bacilar elevada, a sua capital, São Luís, apresentou, também em 2014, um coeficiente de incidência de 52,6/100.000 habitantes e uma taxa de mortalidade de 3,8/100.000 habitantes evidenciando dificuldades no acesso ao sistema de saúde e ao diagnóstico, assim como na adesão ao tratamento (BRASIL, 2016a).

Em 2014, foi aprovada na Assembleia Mundial de Saúde a Estratégia Global e Metas para a Prevenção, Atenção e Controle da Tuberculose pós-2015, tendo como metas, para cumprimento até o ano de 2035, partindo do ano de 2015, as seguintes: reduzir o coeficiente de incidência para menos de 10 casos por 100 mil hab; e reduzir o número de óbitos por tuberculose em 95% (BRASIL, 2016).

Baseado nesse contexto, estudos sobre óbitos por tuberculose são atualmente relevantes por possibilitar decifrar os pontos críticos dos sistemas de saúde no controle da doença e também para identificar os grupos mais vulneráveis ao fenômeno (SANTOS-NETO et al., 2014). No entanto, após uma revisão da literatura, constataram-se poucos estudos que se propusessem analisar a distribuição espacial dos óbitos por tuberculose no país (MOTA, et al., 2003) e no estado do Maranhão (SANTOS-NETO et al., 2014). Vários estudos basearam-se apenas na distribuição espacial da tuberculose (COUTINHO et al., 2012; DE SÁII et al., 2012; CÁRDENAS, 2011; SALES et al., 2010; ACOSTA, 2008; VIEIRA, et al., 2008; FERREIRA; SILVA; BOTELHO, 2004).

O comportamento da tuberculose, como o de outras endemias, é fortemente influenciado pelo meio, sendo possível evidenciar que a associação entre tuberculose e precárias condições socioeconômicas data dos primórdios da epidemiologia dessa doença, reiterando, portanto, a necessidade de estudá-la e sobre ela intervir, levando-se em consideração sua distribuição espacial (SANTOS-NETO et al., 2014)

As complexas interações entre a saúde e as condições de vida têm sido abordadas pela epidemiologia na busca da identificação de causas para o adoecimento humano. Neste sentido, as variações geográficas da incidência de doenças e taxas de mortalidade têm sido fontes importantes de investigação para sugerir hipóteses de causalidade. A incorporação da dimensão espacial não apenas delimita geograficamente o problema ou fenômeno, mas permite proceder a uma análise integrada que inclui o estudo da dependência no espaço (LEAL, SZWARCOWALD, 1997).

A influência marcante e persistente das condições de vida no processo de transmissão da tuberculose vem ressaltando um profundo quadro de desigualdades socioeconômicas que resultam em iniquidades sociais em saúde (SAN PEDRO, OLIVEIRA, 2013). Estudos recentes sugerem que as modificações nas estimativas nacionais de incidência da tuberculose estão mais associadas às mudanças nos índices socioeconômicos e estado geral de saúde da população do que ao desempenho de programas de controle desse agravo (DYE et al., 2009; OXLADE et al., 2009).

Cabe mencionar que mesmo diante dos avanços que ocorreram no Brasil em termos de melhoria do acesso aos serviços de saúde, esses ainda não alcançaram um nível ideal de equidade, o que tem repercutido em resultados sanitários nem sempre justos ou aceitáveis, como os óbitos por tuberculose. Assim, fica evidente a relevância do presente estudo, visto que esse poderá fornecer elementos para o fortalecimento dos sistemas e serviços de saúde no enfrentamento da problemática da tuberculose. Diante do exposto, questiona-se: qual padrão

espacial dos óbitos por tuberculose no estado do Maranhão? Há relação entre essa distribuição espacial e os indicadores sociais e econômicos?

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

Analisar a distribuição espacial dos óbitos por tuberculose no Estado do Maranhão e sua relação com indicadores sociais e econômicos.

2.2 Específicos

- a) Determinar a taxa de mortalidade por TB por município no Maranhão;
- b) Estimar as áreas geográficas do Estado mais vulneráveis e risco para a ocorrência desses óbitos;
- c) Determinar a dependência espacial da ocorrência dos óbitos no Maranhão;
- d) Verificar a relação entre alguns indicadores sociais e econômicos e o desfecho óbito por tuberculose.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Epidemiologia da tuberculose

A TB é uma doença antiga que data de tempos remotos onde seus vestígios foram identificados em múmias de povos antigos. Considerada uma doença de repercussão mundial, atingiu países desenvolvidos e em sua maior potencialidade os países em desenvolvimento, devido a fatores socioeconômicos desfavoráveis como a pobreza, à desnutrição e condições insalubres de moradia (VASCONCELOS, 2013).

Em 1882, foi identificado pela primeira vez o agente etiológico da TB, em Berlim na Alemanha, pelo médico e cientista alemão Robert Koch, que identificou o bacilo da tuberculose, anunciando ao mundo o Bacilo de Koch, cientificamente conhecido como *Mycobacterium tuberculosis* (RIOS, 2011).

O *Mycobacterium* é um complexo de micobactérias que têm entre 1 e 4µm de tamanho, são aeróbios estritos, não formadores de esporos, não flagelados e intracelulares facultativos que possuem longos períodos de duplicação que variam entre 18 e 48 horas. Esse complexo é formado por várias espécies: *Mycobacterium tuberculosis*, *M. bovis*, *M. africanum*, *M. microti*, *M. canetti*, *M. caprae*, e, *M. pinnipedii* (KRITSKI; CONDE; SOUZA, 2005).

Mais frequente na forma pulmonar e bacilífera, que é a responsável pela manutenção da cadeia de transmissão. Mesmo tendo diagnóstico simples, tratamento e vacina disponível para prevenção das formas mais graves, a tuberculose ainda permanece como um desafio para as políticas públicas de saúde (CECILIO *et al.*, 2013).

Em estudos sobre a TB no mundo foi observado que está relacionada a determinantes sociais de saúde que tem causado grande impacto na morbidade, mortalidade e qualidade de vida dos doentes. Dentre os determinantes sociais de saúde, a pobreza tem sido um dos fatores sociais a contribuir para impactar, ainda mais, o agravamento da TB nas populações. Pesquisas indicam elevada morbidade, predomínio da tuberculose no sexo masculino, na faixa etária economicamente ativa, e em populações mais pobres e vulneráveis, relacionada às desigualdades sociais, o que caracteriza um desafio a ser superado por toda a sociedade (FREITAS, 2015).

Cerca de um terço da população mundial está infectada com o MTB, com o risco de desenvolver a enfermidade; deste contingente cerca de 9,27 milhões pessoas/ano adoecem e, em torno de dois milhões morrem. A maioria ocorre nos continentes asiático e africano, e com menor proporção na região das Américas (3%) (WHO, 2011).

Na primeira década dos anos 2000, o número de casos novos de tuberculose no mundo diminuiu, em média, 1,3% ao ano, enquanto a mortalidade caiu um terço desde 1990 (WHO, 2011). Entretanto, 72 000 casos novos de tuberculose são diagnosticados e 4 500 mortes são provocadas pela enfermidade anualmente no Brasil, que se encontra entre os 22 países com maior carga da doença. Os grandes centros urbanos concentram 70% dos casos, em especial as capitais e as regiões metropolitanas (PINHEIRO, 2013).

É importante destacar que anualmente ainda morrem 4,5 mil pessoas por TB, doença curável e evitável. Em sua maioria, os óbitos ocorrem nas regiões metropolitanas e em unidades hospitalares. (BRASIL, 2011). Neste cenário o Maranhão, em 2011, apresentou a quarta taxa de incidência de TB no Nordeste (31,2/100.000 habitantes) e, em 2010, a terceira taxa de mortalidade (2,8 por 100mil habitantes) (BRASIL, 2012).

A prevalência e a mortalidade por tuberculose vêm declinando em todo mundo, de modo que a maioria dos países provavelmente alcançará a meta de redução desses coeficientes em 50% em relação aos indicadores de 1990 até 2015 (WHO, 2011).

Um novo desafio já foi lançado pela Organização Mundial de Saúde para após o ano de 2015: a eliminação da tuberculose até 2050 (WHO, 2011). A doença representa a segunda causa de óbitos entre as doenças infecciosas e causou, em 2012, cerca de 1,3 milhões de mortes no mundo, demonstrando sua gravidade, especialmente nos 22 países que concentram 80% da carga da doença (WHO, 2013).

O Maranhão é um dos estados prioritários dentre os que foram selecionados pelo MS para o controle da TB. Dos seus 217 municípios, oito foram priorizados: Açailândia, Caxias, Codó, Imperatriz, Paço do Lumiar, São José de Ribamar, São Luís e Timon por apresentarem população acima de 100.000 habitantes e carga bacilar elevada. Das 1.865 unidades de saúde 474 têm ações do programa de controle da TB implantadas (25,4%) (BRASIL, 2006). Em 2014, apresentou taxa de incidência de 25,7/100.000 habitantes, inferior à média nacional, ficando em quarto lugar em relação à região Nordeste e em 15º lugar entre as 26 Unidades Federadas e Distrito Federal. Já o coeficiente de mortalidade foi o quarto do Nordeste, de 2,4/100.000 habitantes, maior que o coeficiente nacional (BRASIL, 2016a). De 2009 a 2013, o Estado vem apresentando queda nessa taxa, tendo sido mais elevada em 2009 (32,2/100.000 hab.) e menor em 2013 (29/100.000hab.). A co-infecção HIV em 2011 e 2012 foi de 5,8% e 6,9% respectivamente. A taxa de mortalidade, em 2012, esteve em torno de 2,2/100.000 hab (BRASIL, 2012).

O óbito por TB é um evento que se encontra na lista de causas de mortes evitáveis, uma vez que se instituídas ações adequadas de promoção, proteção e recuperação da saúde dos

indivíduos e famílias pelos sistemas locais de saúde, esse evento não ocorreria (YAMAMURA *et al*, 2015), ou seja, os óbitos por TB são injustificáveis, uma vez que os métodos diagnósticos são relativamente simples, com baixa densidade diagnóstica - como a baciloscopia de escarro e o tratamento gratuito, disponibilizado pelo SUS, é 99,9% eficaz (WHO, 2011). Ademais, estudos de mortalidade são de grande importância por acompanhar e revelar a magnitude dos danos de determinada doença ou agravo (YAMAMURA *et al*, 2015).

O desfecho óbito por TB, por exemplo, pode ser utilizado como parâmetro para avaliar a gravidade da endemia, o retardo na detecção de casos, o atraso no início do tratamento e sua efetividade. Além de contribuir para a detecção das falhas da rede social e do sistema de saúde, possibilita também a descoberta de condições sociais que expõem as famílias e a comunidade à doença (SOUSA, PINHEIRO, 2011).

Entre os fatores que contribuem para o não controle da TB encontram-se as iniquidades sociais como pobreza, baixa escolaridade e desemprego, situações que não permitem que o indivíduo tenha acesso às mínimas condições de bens essenciais à saúde. Os movimentos migratórios internos e externos também colaboram com a transmissão da doença pela influência na circulação do agente etiológico entre as pessoas, assim como o fato de não haver restrições às migrações em alguns países. Ainda, a insuficiência de novos investimentos em pesquisas para o desenvolvimento de novas drogas e vacinas, a alta prevalência de casos multidroga resistentes, a associação com HIV e as deficiências dos sistemas de saúde dificultam o controle da enfermidade (BRASIL, 2011; WHO, 2013).

Diante da situação epidemiológica apresentada, faz-se necessário incluir o uso de novas ferramentas que possam oferecer as diretrizes aos gestores nacionais, estaduais e locais, subsidiando a tomada de decisão, organização e planejamento das ações voltadas para a ocorrência dos agravos à saúde, bem como a mortalidade por estes, especialmente as infecciosas como é o caso da TB.

3.2 Sistemas de Informação

A implantação do SUS gerou um crescimento substancial nos Sistemas de Informação em Saúde (SIS). Ao Departamento de Informática do SUS (DATASUS) atribuiu-se a responsabilidade de coletar, processar e disseminar informações sobre saúde (BRASIL, 2011).

Os sistemas de informação em saúde são instrumentos padronizados de monitoramento e coleta de dados, que tem como objetivo o fornecimento de informações para análise e melhor compreensão de importantes problemas de saúde da população, subsidiando a tomada de

decisões nos níveis municipal, estadual e federal, sendo fundamentais para as ações de controle e avaliação, constituindo-se importantes instrumentos do planejamento (BRASIL, 2008).

Os casos de TB são registrados no Sistema de Informações de Agravos de Notificação (SINAN) a partir da ficha de investigação e acompanhamento de caso de TB (SELIG *et al.*, 2010). Já os óbitos por TB são registrados no Sistema de Informação sobre Mortalidade (SIM), que tem na Declaração de Óbito (DO), seu instrumento de notificação. O SINAN foi desenvolvido no início da década de 90, tendo como objetivo a coleta e processamento dos dados sobre agravos de notificação em todo o território nacional, fornecendo informações para a análise do perfil da morbidade e contribuindo, dessa forma, para a tomada de decisões nos níveis municipal, estadual e federal (LAGUARDIA *et al.*, 2004).

A concepção do SINAN foi norteada pela padronização de conceitos de definição de caso, pela transmissão de dados a partir da organização hierárquica das três esferas de governo, pelo acesso à base de dados necessária à análise epidemiológica e pela possibilidade de disseminação rápida dos dados gerados na rotina do Sistema Nacional de Vigilância Epidemiológica do Sistema Único de Saúde (LAGUARDIA *et al.*, 2004).

Além disso, o sistema deveria ser utilizado como a principal fonte de informação para estudar a história natural de um agravo ou doença e estimar a sua magnitude como problema de saúde na população, detectar surtos ou epidemias, bem como elaborar hipóteses epidemiológicas a serem testadas em ensaios específicos (LAGUARDIA *et al.*, 2004).

No Brasil, com a implantação do SIM, em 1975, ocorreu o avanço das estatísticas de mortalidade pela padronização de registros dos dados de óbito por meio da DO. Entretanto, a existência de óbitos não informados ao SIM, em especial em alguns municípios das regiões Norte e Nordeste, restringe o uso do sistema, pois dificulta a obtenção de dados diretos com regularidade, qualidade e cobertura adequada. A análise dessas informações permite o desenvolvimento de estudos não apenas sob a ótica estatística e epidemiológica, mas sócio demográfica (FIGUEIROA, 2013).

O Ministério da Saúde incentiva o uso de técnicas de estimação do número de óbitos para avaliar a cobertura do SIM, porém existem dificuldades metodológicas, particularmente para pequenas áreas como vários municípios do Brasil (FIGUEIROA, 2013).

Dentre os quais, para fins desse estudo, trabalharemos exclusivamente com o Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM), por se tratar de um sistema próprio para as notificações dos óbitos, logo, capaz de nos fornecer dados mais precisos para esse estudo.

3.3 Distribuição espacial em saúde

A análise da distribuição espacial dos processos de saúde e doenças permite avaliar as geolocalizações de bens e serviços, dentre eles a necessidade da descentralização de tratamentos específicos para alguns agravos em saúde, pois mostra as áreas de maior risco e/ou vulnerabilidade de grupos populacionais. Este processo, facilita o trabalho dos profissionais, ações de educação permanente e continuada, realocação dos recursos humanos e físicos e alicerça estudos sobre a transmissibilidade nas regiões e nas áreas de abrangência, permitindo acesso rápido às informações necessárias para realizar a vigilância dos casos (NARDI *et al.*, 2013).

Além da categoria de análise espacial, a categoria de análise temporal é igualmente relevante na utilização do geoprocessamento nos estudos da saúde, já que auxilia no entendimento da evolução espaço-temporal dos processos atuantes no meio (AQUINO JUNIOR, 2013).

A utilização de mapas e a preocupação com a distribuição geográfica de diversas doenças é bem antiga. Em 1854 o médico inglês John Snow, observando que os casos de cólera ocorriam mais em certas localizações, fez uso dos mapas de Londres e dos registros de óbitos e utilizando os endereços das residências e dos poços de provisão de água existentes na região, observou uma associação entre o maior número de óbitos por esta doença associado à proximidade com a bomba de água de Broad Street, levantando a hipótese de que aquela fonte estivesse mais contaminada (SNOW, 1855; SKABA, 2009).

Com o passar do tempo, o geoprocessamento se constituiu como a principal geotecnologia para as análises espaço-temporais. É uma tecnologia que se baseia na medição de determinada variável com sua localização, sendo assim uma importante ferramenta para a identificação, localização, acompanhamento e monitoramento de populações. Uma vez processadas, as informações podem ser expressas em formato de mapas digitais (LAMPARELLI *et al.*, 2001). Esses tipos de mapas são utilizados por vários autores na área da saúde, mostram a realidade, facilitam a realização de pesquisas, além de auxiliar no planejamento e controle de territórios (NARDI *et al.*, 2013).

A análise do comportamento das doenças, levando em consideração a localização no espaço e no tempo permite relacionar o processo saúde-doença com o ambiente no qual o homem vive. Essa metodologia tem sido descrita como importante ferramenta nos estudos epidemiológicos por sua capacidade de visualizar a distribuição da doença e mapear fatores de risco a níveis populacionais (PINTO; DOS SANTOS; OLIVEIRA, 2014). Assim, conhecer a

distribuição espacial de certas doenças tem sido uma grande preocupação das sociedades modernas (HINO; SANTOS; VILLA, 2005).

Estudos relacionados à investigação epidemiológica vêm utilizando diferentes ramos da Estatística Espacial, como por exemplo, a análise espacial de dados de área, pois permite trabalhar com dados agregados por municípios, possibilitando identificar padrões espaciais de distribuição nos valores observados (CAUMO, 2006).

Estudos desenvolvidos com base na distribuição espacial em saúde, como o realizado por Montechiet *al.* (2013) sobre a distribuição espacial da tuberculose no Piauí possibilitou, por meio do georreferenciamento, a identificação das zonas de maior densidade de casos novos, além de identificar que as áreas consolidadas, eram espaços geográficos que proporcionavam condições favoráveis à circulação do bacilo, favorecendo a transmissão e a difusão da doença.

Esta tecnologia transformou-se em um instrumento válido para auxiliar não somente na construção de mapas, mas também permite a identificação de áreas heterogêneas, e a priorização de recursos para grupos mais vulneráveis, colaborando com subsídios para a vigilância epidemiológica, permitindo escolhas de estratégias e a realização de intervenções específicas, de acordo com a necessidade da população (HINO *et al.*, 2011).

Diante destes conhecimentos, pode-se afirmar que o emprego destas metodologias, em análises de indicadores de saúde, pode contribuir com a melhoria da qualidade do processo de ação em saúde, pois a identificação da distribuição espacial e temporal dos casos de doenças pode favorecer com a introdução de novas práticas, instrumentos ou maneiras de realizar a atenção à saúde, de forma mais eficiente, integrada e equitativa, sendo empregada como ferramentas que auxiliem no planejamento e monitoramento dos eventos (ALVES JUNIOR, 2011).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Tipo de estudo

Trata-se de um estudo ecológico dos casos que evoluíram para óbito tendo como causa básica a tuberculose, no estado do Maranhão, notificados no SIM, no período de 2010 a 2015, tendo como unidade de análise todos os municípios do Maranhão.

4.2 Local do estudo

O Maranhão localiza-se no extremo oeste da Região Nordeste. Sua área é de 331 935,507 km². Tem uma população de 6.794.298 habitantes. Em termos de produto interno bruto é o quarto estado mais rico da Região Nordeste e o 16º estado mais rico do Brasil. Este estado possui atualmente um total de 217 municípios (IBGE, 2010). Em contrapartida a esses dados de riqueza, o Maranhão possui todos os seus municípios com IDHM classificado de médio a baixo, apresentando assim péssimos indicadores sociais e econômicos, e com distribuição de renda precária, fazendo com que quase todos os municípios tenham sua população em condições financeiras desfavoráveis.

4.3 População do estudo

A população em estudo foi constituída de todos os óbitos por TB no Maranhão notificados no SIM no período de primeiro de janeiro de 2010 a 31 de dezembro de 2015. Considerou-se caso de óbito por tuberculose quando indivíduo morre durante o tratamento, em consequência da tuberculose ou em decorrência dos efeitos adversos das drogas utilizadas nos esquemas terapêuticos.

4.4 Procedimentos de coleta de dados

Para as informações relativas aos óbitos por tuberculose no período de 2010 a 2015, foram utilizados dados do SIM. Para obtenção das informações socioeconômicas e demográficas sobre a população e domicílios foi utilizada a base de dados do Censo Demográfico de 2010 (IBGE, 2010).

Os indicadores socioeconômicos e demográficos utilizados foram: o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) e o índice de Gini obtidos do Censo de 2010 no

portal do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Utilizou-se a classificação do IDHM do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD): muito baixo (até 0,499), baixo (0,500 até 0,599), médio (0,600 até 0,699), alto (0,700 até 0,799) ou muito alto (maior ou igual a 0,800), além da renda média per capita, expectativa de vida e taxa de analfabetismo (IBGE, 2010).

Foram excluídas todas as variáveis que identifiquem os indivíduos, resguardando a confidencialidade dos dados de identificação dos casos.

4.5 Análise Estatística

O cálculo da taxa de mortalidade por tuberculose foi feito a partir da razão entre o número de óbitos por tuberculose e o tamanho da população de cada município no período de 2010 a 2015, multiplicado por 100.000 habitantes. A população por município foi obtida do Censo de 2010 no site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010).

A medida de autocorrelação espacial utilizada foi o índice de Moran global, que testa se as áreas conectadas apresentam maior semelhança quanto ao indicador estudado do que o esperado num padrão aleatório. Utilizou-se ainda o correlograma e espalhamento do índice de Moran, cujos gráficos expressam os valores obtidos pelo índice de Moran e apresentam a dependência espacial dos dados. O correlograma apresenta a autocorrelação espacial entre os municípios do estado, expressado pelo índice Moran Local no eixo Y. No eixo X, apresenta-se a relação de vizinhança entre os municípios. Assim, o primeiro ponto apresenta o índice de Moran entre municípios que são vizinhos de primeira ordem (vizinhos que fazem fronteira), o segundo ponto apresenta o índice de Moran entre municípios que são vizinhos de segunda ordem (vizinho dos vizinhos de primeira ordem) e assim sucessivamente (DRUCK *et al.*, 2004).

Foram gerados os mapas temáticos utilizando-se o pacote *spdep* do programa estatístico R. As malhas digitais cartográficas dos municípios foram adquiridas no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Para avaliar associação espacial de óbitos por Tuberculose com os indicadores socioeconômicos, foram ajustados diferentes modelos espaciais condicionais autoregressivos (CAR), tendo como variável dependente o número de óbitos por tuberculose no período em estudo. Verificou-se ainda excesso de zeros na variável dependente (Figura 1), com a finalidade de avaliar a suposição de distribuição de Poisson para a variável dependente.

O modelo espacial condicional auto-regressivo (*Conditional Auto Regressive – CAR*), capta a dependência espacial da variável dependente e as variáveis independentes, sendo

expresso por: $Y = X\beta + \varepsilon$ com $\varepsilon = \lambda W \varepsilon + \zeta$, sendo ε a componente do erro com efeitos espaciais, λ o coeficiente autorregressivo, W a matriz de vizinhança espacial, Y a variável dependente, X as variáveis independentes e ζ a componente do erro com variância constante e não correlacionada (MEDRONHO, WERNECK, 2009).

As variáveis independentes incluídas no modelo CAR referem-se aos indicadores socioeconômicos, a saber: Índice de Gini de distribuição de renda para cada município do estado, renda média per capita, Índice de Desenvolvimento Humano de cada município (IDHM) expectativa de vida em anos estimada para cada município e por fim, a taxa de analfabetismo por município.

Considerando ainda que o fenômeno de sobredispersão ocorre frequentemente com dados de contagem vários modelos espaciais na classe dos inflacionados de zeros foram ajustados: Modelo CAR Poisson (pois.CAR), Modelo CAR Poisson Inflacionado de Zeros (zip.CAR), Modelo CAR Poisson Generalizado (pg.CAR), Modelo CAR Poisson Generalizado Inflacionado de Zeros (zipg.CAR) (HOLGER, 2009).

Esses modelos foram comparados de acordo com a estatística DIC (Critério de Informação do Desvio). O DIC mede o desvio do modelo estimado e quanto menor melhor mais ajustado está o modelo em relação aos dados. Para comparar estes modelos utilizou-se o pacote do R *spatialcounts* (HOLGER, 2009).

Os *softwares* utilizados foram Excel 2013 para a organização e tabulação dos dados e o programa R e SaTsan para a análise estatística e elaboração dos mapas e gráficos.

4.6 Aspectos Éticos

Este estudo é integrante do projeto intitulado “Avaliação dos Programas de Tuberculose nos Municípios Prioritários do Maranhão”, aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa do Hospital Universitário da Universidade Federal do Maranhão sob o parecer N°240/2011.

5 RESULTADOS

5.1 ARTIGO

**ANÁLISE ESPACIAL DOS ÓBITOS POR TUBERCULOSE NO ESTADO DO
MARANHÃO**

(A ser submetido ao Caderno de Saúde Pública)

ANÁLISE ESPACIAL DOS ÓBITOS POR TUBERCULOSE NO ESTADO DO MARANHÃO

Vandiel Barbosa Santos – Mestrando – Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva.
Universidade Federal do Maranhão.

Alcione Miranda dos Santos – Doutora - Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva.
Universidade Federal do Maranhão.

Arlene de Jesus Mendes Caldas – Doutora - Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva.
Universidade Federal do Maranhão.

Vandiel Barbosa Santos

Av. B, Nº 06, Ed Oldenburg, Parque 10 de Novembro

Manaus – AM. CEP: 69.054 – 190

RESUMO

OBJETIVO: Analisar a distribuição espaço-temporal dos óbitos por tuberculose no Estado do Maranhão nos anos de 2010 a 2015. **MÉTODOS:** Trata-se um estudo ecológico dos óbitos por tuberculose no estado do Maranhão, no Sistema de Informação sobre Mortalidade, no período de 2010 a 2015, tendo como unidade de análise os municípios. Foi feita a análise descritiva dos óbitos por TB no Maranhão, usando-se como indicador o coeficiente de mortalidade por TB. Para o estudo do padrão espacial foi utilizado o índice de Moran global, bem como o correlograma e espalhamento do índice de Moran. Visando capturar a correlação espacial entre os municípios vizinhos, diferentes modelos de regressão com estrutura condicionalmente autoregressiva (CAR) foram ajustados. **RESULTADOS:** De 2010 a 2015 foram notificados 949 óbitos por TB no Maranhão, pelo Moran identificou-se uma forte dependência espacial na ocorrência dos óbitos por seus pares vizinhos. Os municípios que apresentaram altas taxas de mortalidade foram: Brejo de Areia, Junco do Maranhão, Governador Nunes Freire e São Luís. As áreas de vulnerabilidade para a ocorrência do óbito por TB compreendem o grupo os municípios de São Luís, Imperatriz, Grajaú, Caxias e o grupamento de municípios composto por São Mateus do Maranhão, Alto Alegre do Maranhão, Coroatá, Peritoró, São Luís Gonzaga do Maranhão, Bacabal e Pirapemas. Por meio do modelo CAR ajustado constatou-se que aproximadamente 12% dos municípios possuem mais que 75% de chance de ocorrer um óbito por TB, e que o norte e a parte central do Estado são as regiões que concentram as maiores probabilidades de óbito por TB. **CONCLUSÃO.** A dependência espacial da taxa de mortalidade por TB de determinada área é afetada pelas taxas das áreas vizinhas.

Palavras-chave: Análise espacial; Mortalidade; Tuberculose.

ABSTRACT

OBJECTIVE: To analyze the spatio-temporal distribution of tuberculosis deaths in the State of Maranhão in the years 2010 to 2015. **METHODS:** This is an ecological study of tuberculosis deaths in the state of Maranhão, reported in the Information System and Notification Diseases and in the Mortality Information System, from 2010 to 2015, with the municipalities as the analysis unit. A descriptive analysis of TB deaths in Maranhão was made using the TB mortality coefficient as an indicator. For the study of the spatial pattern was used the global Moran index, as well as the correlogram and scattering of the Moran index. Aiming to capture the spatial correlation between neighboring municipalities, different regression models with conditionally autoregressive structure (CAR) were adjusted. **RESULTS:** Between 2010 and 2015, 949 deaths were reported for tuberculosis in Maranhão, Moran identified a strong spatial dependence on the occurrence of deaths by its neighboring peers. The municipalities that presented high mortality rates were: Brejo de Areia, Junco do Maranhão, Governador Nunes Freire and São Luís. Areas of vulnerability to TB occurrence include the municipalities of São Luís, Imperatriz, Grajaú, Caxias (São Mateus do Maranhão, Alto Alegre do Maranhão, Coroatá, Peritoró, São Luís Gonzaga do Maranhão, Bacabal and Pirapemas). Through the adjusted CAR model, it was found that approximately 12% of the municipalities have more than a 75% chance of TB death, and that the north and central part of the state are the regions that have the highest probability of death by TB. **CONCLUSIONS:** The spatial dependence of the TB mortality rate of a given area is affected by the rates of neighboring areas.

Keyword: Mortality; Spatial analysis; Tuberculosis.

INTRODUÇÃO

A tuberculose (TB) é uma doença infectocontagiosa, causada pelo *Mycobacterium tuberculosis* (MTB), o bacilo de Koch (BK). É considerado um problema de saúde pública pela sua elevada incidência, prevalência, e por acometer com maior frequência as populações que vivem em condições socioeconômicas precárias, principalmente nos países em desenvolvimento¹.

Um terço da população mundial está infectado pelo MTB e em risco de desenvolver a doença; destes, cerca de 9,27 milhões pessoas/ano adoece e, em torno de dois milhões morrem. A maioria ocorre no continente asiático (55%) e africano (31%) com pequena proporção de casos na região do Mediterrâneo (6%), na região Europeia (5%) e nas Américas (3%)¹.

O Brasil faz parte do grupo dos 22 países priorizados pela Organização Mundial da Saúde (OMS), que concentram 80% dos casos de TB no mundo, ocupando a 16ª posição em número absoluto de casos. No País, no período de 2005 a 2014, foram diagnosticados, em média, 73 mil casos novos de TB por ano, e em 2015, ocorreram 4.577 óbitos².

No Brasil, a TB está incluída entre as Doenças de Notificação Compulsória (DNC) em todo território nacional, sendo estabelecido como mecanismo de notificação o Sistema nacional de agravos de notificação (SINAN). Conforme dados obtidos pelo SINAN, em 2015, no Estado do Maranhão, foram notificados 1.763 casos de TB, estabelecendo-se assim, nos últimos cinco anos, o 4º lugar dentre os Estados do Nordeste que apresentam as maiores taxas de incidências de TB por 100 mil habitantes.^{3,4}

No Maranhão, dentre os 217 municípios oito são considerados prioritários para o controle da tuberculose por apresentarem população acima de 100.000 habitantes e carga bacilar elevada, a sua capital, São Luís, apresentou em 2014, um coeficiente de incidência de 53,1/100.000 habitantes e uma taxa de mortalidade de 3,9/100.000 habitantes evidenciando dificuldades no acesso ao sistema de saúde e ao diagnóstico, assim como na adesão ao tratamento⁴.

O óbito por TB é um evento que se encontra na lista de causas de mortes evitáveis, uma vez que se instituídas ações adequadas de promoção, proteção e recuperação da saúde dos indivíduos e famílias pelos sistemas locais de saúde, esse evento não ocorreria⁵, ou seja, os óbitos por TB são injustificáveis, uma vez que os métodos diagnósticos são relativamente simples, com baixa densidade diagnóstica - como a baciloscopia de escarro e o tratamento gratuito, disponibilizado pelo SUS, é 99,9% eficaz¹. Ademais, estudos de mortalidade são de

grande importância por acompanhar e revelar a magnitude dos danos de determinada doença ou agravo⁵.

O comportamento da TB, como o de outras endemias, é fortemente influenciado pelo meio, sendo possível evidenciar que a associação entre tuberculose e precárias condições socioeconômicas data dos primórdios da epidemiologia dessa doença, reiterando, portanto, a necessidade de estudá-la e sobre ela intervir, levando-se em consideração sua distribuição espacial⁶.

A influência marcante e persistente das condições de vida no processo de transmissão da tuberculose vem ressaltando um profundo quadro de desigualdades socioeconômicas que resultam em iniquidades sociais em saúde⁷. Estudos sugerem que as modificações nas estimativas nacionais de incidência da tuberculose estão mais associadas às mudanças nos índices socioeconômicos e estado geral de saúde da população do que ao desempenho de programas de controle desse agravo^{8,9}.

A TB, como problema de saúde pública, requer um esforço coletivo para mudar os seus padrões endêmicos. As políticas públicas formuladas e implantadas pelos estados e organizações internacionais traduzem uma vontade social de mudança, de redução das novas infecções, número de doentes e mortes. O controle da TB, em termos coletivos e individuais, envolve diversos graus de complexidade, tanto para o estabelecimento do diagnóstico como para a cura clínica e bacteriológica dos pacientes na comunidade.

Assim, buscou-se por meio da aplicação de métodos espaciais, analisar a distribuição espacial dos óbitos por tuberculose no Estado do Maranhão no período de 2010 a 2015.

MATERIAL E MÉTODOS

Tipo de estudo

Trata-se de um estudo ecológico dos casos que evoluíram para óbito tendo como causa básica a tuberculose, no estado do Maranhão, notificados no Sistema de Informação sobre Mortalidade (SIM), no período de 2010 a 2015, tendo como unidade de análise os municípios do Maranhão.

Local do estudo

O Maranhão localiza-se no extremo oeste da Região Nordeste. Sua área é de 331 935,507 km². Tem uma população de 6.794.298 habitantes. Em termos de produto interno bruto é o quarto estado mais rico da Região Nordeste do Brasil e o 16º estado mais rico do Brasil. Possui atualmente um total de 217 municípios¹⁰. Em contrapartida a esses dados de riqueza, o Maranhão possui todos os seus municípios com IDHM classificado de médio a baixo, apresentando assim péssimos indicadores sociais e econômicos, e com distribuição de renda precária, fazendo com que quase todos os municípios tenham sua população em condições financeiras desfavoráveis.

População do estudo

A população em estudo foi constituída de todos os óbitos por TB no Maranhão notificados no SIM no período de primeiro de janeiro de 2010 a 31 de dezembro de 2015. Considerou-se caso de óbito por tuberculose quando indivíduo morre durante o tratamento, em consequência da tuberculose ou em decorrência dos efeitos adversos das drogas utilizadas nos esquemas terapêuticos.

Procedimentos de coleta de dados

Para as informações relativas aos óbitos por tuberculose foram utilizados dados do SIM. Para obtenção das informações socioeconômicas e demográficas sobre a população e domicílios foi utilizada a base de dados do Censo Demográfico de 2010¹⁰.

Os indicadores socioeconômicos e demográficos utilizados foram: o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) e o índice de Gini obtidos do Censo de 2010 no portal do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Utilizou-se a classificação do IDHM do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD): muito baixo (até 0,499), baixo (0,500 até 0,599), médio (0,600 até 0,699), alto (0,700 até 0,799) ou muito alto

(maior ou igual a 0,800), além da renda média per capita, expectativa de vida e taxa de analfabetismo¹⁰.

Foram excluídas todas as variáveis que identifiquem os indivíduos, resguardando a confidencialidade dos dados de identificação dos casos.

Análise Estatística

O cálculo da taxa de mortalidade por tuberculose foi feito a partir da razão entre o número de óbitos por tuberculose e o tamanho da população de cada município no período de 2010 a 2015, multiplicado por 100.000 habitantes. A população por município foi obtida do Censo de 2010 no site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística¹⁰.

A medida de autocorrelação espacial utilizada foi o índice de Moran global, que testa se as áreas conectadas apresentam maior semelhança quanto ao indicador estudado do que o esperado num padrão aleatório. Utilizou-se ainda o correlograma e espalhamento do índice de Moran, cujos gráficos expressam os valores obtidos pelo índice de Moran e apresentam a dependência espacial dos dados. O correlograma apresenta a autocorrelação espacial entre os municípios do estado, expressado pelo índice Moran Local no eixo Y. No eixo X, apresenta-se a relação de vizinhança entre os municípios. Assim, o primeiro ponto apresenta o índice de Moran entre municípios que são vizinhos de primeira ordem (vizinhos que fazem fronteira), o segundo ponto apresenta o índice de Moran entre municípios que são vizinhos de segunda ordem (vizinho dos vizinhos de primeira ordem) e assim sucessivamente¹¹.

Foram gerados os mapas temáticos utilizando-se o pacote *spdep* do programa estatístico R. As malhas digitais cartográficas dos municípios foram adquiridas no IBGE.

Para avaliar associação espacial de óbitos por Tuberculose com os indicadores socioeconômicos, foram ajustados diferentes modelos espaciais condicionais autoregressivos (CAR), tendo como variável dependente o número de óbitos por tuberculose no período em estudo. Verificou-se ainda excesso de zeros na variável dependente (Figura 1), com a finalidade de avaliar a suposição de distribuição de Poisson para a variável dependente.

O modelo espacial condicional auto-regressivo (*Conditional Auto Regressive – CAR*), capta a dependência espacial da variável dependente e as variáveis independentes, sendo expresso por: $Y = X\beta + \varepsilon$ com $\varepsilon = \lambda W \varepsilon + \zeta$, sendo ε a componente do erro com efeitos espaciais, λ o coeficiente autorregressivo, W a matriz de vizinhança espacial, Y a variável dependente, X as variáveis independentes e ζ a componente do erro com variância constante e não correlacionada¹².

As variáveis independentes incluídas no modelo CAR referem-se aos indicadores socioeconômicos, a saber: índice de Gini de distribuição de renda para cada município do estado, renda média per capita, índice de desenvolvimento humano de cada município, expectativa de vida em anos estimada para cada município e por fim, a taxa de analfabetismo por município.

Considerando ainda que o fenômeno de sobredispersão ocorre frequentemente com dados de contagem vários modelos espaciais na classe dos inflacionados de zeros foram ajustados: Modelo CAR Poisson (pois.CAR), Modelo CAR Poisson Inflacionado de Zeros (zip.CAR), Modelo CAR Poisson Generalizado (pg.CAR), Modelo CAR Poisson Generalizado Inflacionado de Zeros (zipg.CAR)¹³ (HOLGER, 2009).

Esses modelos foram comparados de acordo com a estatística DIC (Critério de Informação do Desvio). O DIC mede o desvio do modelo estimado e quanto menor melhor mais ajustado está o modelo em relação aos dados. Para comparar estes modelos utilizou-se o pacote do R *spatialcounts*¹³ (HOLGER, 2009).

Os *softwares* utilizados foram Excel 2013 para a organização e tabulação dos dados e o programa R e SaTsan para a análise estatística e elaboração dos mapas e gráficos.

Aspectos Éticos

Este estudo é integrante do projeto intitulado “Avaliação dos Programas de Tuberculose nos Municípios Prioritários do Maranhão”, aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa do Hospital Universitário da Universidade Federal do Maranhão sob o parecer N°240/2011.

RESULTADOS

Foram observados 949 óbitos por tuberculose no Maranhão no período de 2010 a 2015 para uma população em risco de aproximadamente 6.574.789, resultando em uma taxa anual de 2,88 óbitos por Tuberculose para cada 100.000hab. Convém ressaltar, que mais de 50% dos municípios apresentaram taxa de mortalidade acima 5, 6/100.000hab.

Analisando as taxas de mortalidade por TB no Maranhão (veja figura 1, à esquerda), observamos muitas taxas zero, isso se deve ao fato de que em vários municípios não se observou nenhum óbito por tuberculose no período. Por outro lado, existem taxas extremas no Estado, onde 25% dos municípios apresentaram taxas de morte acima de 11,9 para cada 100.000hab.

Os municípios que apresentaram altas taxas de mortalidade foram: Brejo de Areia (53,8 óbitos/100.000hab.), Junco do Maranhão (49,8 óbitos/100.000hab.), Governador Nunes Freire (39,4 óbitos/100.000hab.) e São Luís (36,7 óbitos/100.000hab.) (Figura 2).

A partir do mapa de risco relativo (Figura 3) observou-se que 19% dos municípios apresentaram risco de ocorrer óbito por tuberculose acima do esperado. O risco extremo (ou maior risco) foi observado no município de Brejo de Areia (3,73) para uma população em risco de aproximadamente 5 mil hab. Em São Luís o risco foi de 2,54 vezes maior em relação ao esperado.

A figura 4 apresenta as áreas de maior vulnerabilidade espacial para a ocorrência de óbitos por Tuberculose. O município de São Luís (em vermelho no mapa) apresentou vulnerabilidade primária, Imperatriz (em verde no mapa), foi identificado como área de vulnerabilidade secundária, e Grajaú (em azul no mapa) foi detectado como área de vulnerabilidade terciária.

A análise espacial revelou um índice de Moran global de 0,10 ($p=0,0045$), indicando dependência espacial significativa entre as taxas de óbito por tuberculose no Estado do Maranhão, ou seja, as taxas de mortalidade por TB nos municípios não são independentes das taxas apresentadas em municípios vizinhos.

As Figuras 5 e 6 são o correlograma e o diagrama de espalhamento do índice de Moran, respectivamente, e apresentam o comportamento espacial das taxas de óbitos. Observa-se que maior parte das taxas estão localizadas nos quadrantes Q1 e Q3, que apresentam dependência espacial positiva. As taxas localizadas nos quadrantes Q2 e Q4 podem ser vistas como regiões que não seguem o mesmo processo de dependência espacial das demais taxas.

Na figura 7, o mapa de probabilidades de óbitos por tuberculose para o modelo poiCAR ajustado revela que aproximadamente 12% dos municípios possuem mais que 75% de chance (probabilidade maior que 0,75) de ocorrer um óbito por Tuberculose. O mapa também mostra que o norte e a parte central do Estado são as regiões que concentram as maiores probabilidades de óbito por Tuberculose.

A Tabela 1 apresenta uma análise comparativa das medidas de ajuste dos modelos analisados. Observa-se que o modelo CAR Poisson apresentou menor valor do DIC, ou seja, a distribuição de Poisson ajustou-se melhor aos dados. Os resultados do referido modelo são apresentados na Tabela 2. O IDHM esteve negativamente associado com a taxa de óbitos por TB (coeficiente=-148,38; $p= 0,0381$), enquanto renda média per capita apresentou associação positiva (coeficiente= 0,31; $p \leq 0,001$).

DISCUSSÃO

Propôs-se com o estudo analisar a distribuição espacial dos óbitos por tuberculose no Estado do Maranhão no período de 2010 a 2015. Observou-se uma forte dependência espacial do desfecho, ou seja, a taxa de mortalidade por TB de determinada área, é afetada pelas taxas das áreas vizinhas. Foi possível ainda identificar as áreas com maior vulnerabilidade para a ocorrência do óbito, além de estabelecer dependência espacial entre os óbitos por tuberculose e os indicadores socioeconômicos IDHM e renda per capita média.

Verificamos em nosso estudo que a taxa anual de óbitos por tuberculose no Estado do Maranhão manteve-se dentro do intervalo de variação (2,8 a 2,2 óbitos/100mil hab) das taxas nacionais observadas para os anos de 2004 a 2015, respectivamente, segundo estudo nacional que avalia a situação epidemiológica e operacional da TB no Brasil¹⁴. Apesar da tendência decrescente observada no país, a mesma condição não foi observada em muitos municípios do Maranhão que apresentaram valores flutuantes e até mesmo mais elevados, se comparados os seis anos deste estudo com os dados nacionais.

Em 2015, a tuberculose foi a doença infecciosa que mais causou mortes no mundo¹⁵. O óbito por TB é considerado um evento sentinela por ser evitável, ou seja, reflete as fragilidades na assistência ao paciente pelo serviço de saúde, e também, representa uma ocasião concreta para identificação de determinantes e condicionantes no processo de adoecimento, não somente para o indivíduo, mas para sua interface coletivamente³.

O município de Brejo de Areia chama atenção por sua elevada taxa de mortalidade, este é classificado pelo IBGE como de pequeno porte, pois apresenta população de até 5 mil habitantes¹⁰. Possui ainda um IDHM baixo (0,519)¹⁶, tal condição corrobora com a revisão sistemática da literatura que observou que a TB está relacionada às condições de vida das populações, e reitera que, além do diagnóstico precoce, do tratamento adequado e da vigilância epidemiológica, o enfrentamento das iniquidades e a adequação dos programas de controle às realidades locais são fatores relevantes para a eliminação da doença, conseqüentemente, evitando o desfecho óbito⁷.

Em particular, Junco do Maranhão apresentou elevado risco de óbitos, pois eram esperados 0,67 casos no período e foram observados três casos. Os dados sociais e econômicos desse município são semelhantes aos de Brejo de Areia, além de ambos fazerem parte da mesma mesorregião, o Oeste maranhense, área em que os municípios apresentam IDHM baixo¹⁶. No entanto, é bom ressaltar que existem municípios, como por exemplo, de Junco do Maranhão,

que possuem pequena população (menor que 5 mil hab.) e o surgimento de um óbito neste caso, altera muito a taxa de mortalidade.

Ainda na mesorregião oeste maranhense está localizado o município de Governador Nunes Freire, também classificado com IDHM baixo (0,569)¹⁶, e com dados socioeconômicos semelhantes aos dois municípios anteriormente citados. É importante destacar, também, no centro leste do mapa a formação de um agrupamento de municípios com taxas de mortalidade por tuberculose que estão na faixa de 10 a 20 mortes por 100.000 habitantes.

Outro dado importante avaliado foi o risco relativo onde constatou-se que 19% dos municípios apresentaram risco de morte por tuberculose acima do esperado. O risco extremo (ou maior risco) foi observado no município de Brejo de Areia (3,73) para uma população em risco de aproximadamente 5 mil hab., ou seja, o município possui três vezes mais óbitos observados do que era esperado. O risco mensurado na capital São Luís foi de 2,54, ou seja, observou-se um excesso de mortes por tuberculose da ordem de 2,54 maior em relação ao esperado. No entanto, a população em risco em São Luís é maior que um milhão de habitantes. Este fato, demonstra que um risco relativo menor em uma população maior, pode ser mais significativo que um risco maior em uma população muito pequena. Para ratificar este fato, foi realizado um estudo de detecção de cluster (do inglês conglomerado) espacial via o método Scan Espacial. Esse método, realiza uma varredura espacial sobre o mapa testando todos os grupos possíveis de municípios (conjunto de áreas) no que diz respeito a significância estatística do risco relativo observado¹⁷. Conjunto de áreas com risco significativo é chamada de vulneráveis porque o risco de morte por tuberculose é verdadeiramente maior em relação às outras áreas restantes do mapa.

O município de São Luís (em vermelho no mapa) apresentou vulnerabilidade primária ou mais grave. Eram esperados em São Luís 146 casos, porém, foram observados 372 casos. O município de Imperatriz (em verde no mapa) foi identificado como área de vulnerabilidade secundária com um risco de óbito 1,94 maior que todo o restante do Estado e uma população em risco de quase 250 mil hab. Esses dois municípios são áreas metropolitanas, e segundo Coutinho¹⁸, a TB encontra condições favoráveis à sua dispersão justamente em localidades com aglomerados populacionais aliados à urbanização acelerada que favorecem altas taxas de desemprego, diminuição do nível salarial, e pobreza, além de precárias condições de habitação e nutrição.

Esses resultados corroboram ainda com uma investigação nacional realizada por Harling e Castro¹⁹ sobre a distribuição espacial da TB e sua relação com fatores socioeconômicos, os mesmos identificaram taxas de notificação de TB com altos índices agrupados em torno de cidades especialmente na costa leste e no litoral, onde se concentram as maiores aglomerações urbanas e grandes populações em situação de vulnerabilidade.

O município de Grajaú (em azul no mapa) foi detectado como área de vulnerabilidade terciária, com um risco de óbito 2,03 maior para uma população em risco de aproximadamente 62 mil hab., sendo classificado com IDHM médio (0,609). O quarto município com alta vulnerabilidade de óbito por Tuberculose foi Caxias (cor laranja no mapa) que apresentou um risco de 1,56 para uma população de 155 mil/hab, com IDHM médio (0,624), pertencente à mesorregião leste maranhense¹⁶.

Identificamos ainda um agrupamento de áreas (cor roxa no mapa) formado pelos municípios de São Mateus do Maranhão, Alto Alegre do Maranhão, Coroatá, Peritoró, São Luís Gonzaga do Maranhão, Bacabal e Pirapemas, também foi detectado como região de vulnerabilidade, com um risco de óbito 1,34 em uma população de quase 285 mil hab. O grupamento de municípios identificados apresenta na sua maioria IDHM baixo, e pertencente à mesma mesorregião, a leste maranhense. Destacamos dois desses municípios com IDHM médio (Bacabal e São Mateus do Maranhão), e ambos da mesorregião centro maranhense¹⁶. Essa regularidade de municípios pertencentes às mesmas mesorregiões do Estado e com mesma classificação de IDHM apenas reforçam a ideia da relação existente entre a ocorrência de óbitos por tuberculose e fatores socioeconômicos.

Também foi verificada dependência espacial das taxas de óbito por TB no Estado do Maranhão no período estudado. Esse achado vai ao encontro do que a WHO e a The International Union Against Tuberculosis and Lung Disease (THE IUALD) já compreendem sobre a não aleatoriedade na ocorrência de óbitos por TB, mas que há uma forte relação entre a distribuição dos óbitos e o local onde ele ocorre, sendo mais incisiva em grupos com maior desvantagem social; a essa mesma conclusão chegou o estudo realizado em Ribeirão Preto que se propôs analisar a relação espacial dos óbitos e internações evitáveis por TB com indicadores sociais²⁰. Um relevante trabalho publicado por Ng et al²¹ evidenciou a dependência espacial da incidência de TB em municípios do Taiwan.

Com base nos resultados do modelo ajustado foi possível detectar dependência espacial significativa negativa entre números de óbitos por tuberculose e IDHM, apontando que quanto menor IDHM do município, maior número de óbitos, corroborando com estudos

internacionais que encontraram associação entre morbidade por TB e o IDH de 2005 a 2011 em 165 países. Em um estudo anterior onde as tendências foram avaliadas na incidência de TB e seus determinantes em 134 países, de 1997 a 2006, verificou-se que o IDH era um dos fatores associados; e que quanto maior o IDH de um país, menor na taxa de incidência da doença, conseqüentemente, também menor a mortalidade⁷. A relação inversa encontrada em nosso estudo constata a realidade da maioria dos municípios maranhenses que são classificados como IDHM baixo, refletindo condições de baixa escolaridade, renda per capita baixa, dificuldade no acesso à informação e aos serviços de saúde.

Outro indicador relacionado com o número de óbitos por tuberculose no Estado do Maranhão foi a renda média per capita, porém com relação positiva, evidenciando quanto maior a renda média per capita do município, maior a quantidade de óbitos. Este resultado vai de encontro ao que foi observado em estudos nacionais e internacionais que verificaram a associação entre a incidência e mortalidade por tuberculose com fatores sociais e econômicos. San Pedro e Oliveira⁷ verificaram a associação direta entre a mortalidade por tuberculose e o Índice de Robin Hood (proporção de renda que deveria ser retirada dos ricos e transferida para os pobres de forma a se obter uma distribuição equitativa). Barr et al²² observaram que o acréscimo de 10% na proporção de famílias vivendo com renda abaixo esteve associado com um aumento de 33% na taxa de incidência de tuberculose para os bairros de Nova Iorque no período de 1984 a 1992. Por meio desses estudos podemos constatar a estreita relação existente entre renda baixa e maior vulnerabilidade à morbimortalidade por TB, uma vez que a pobreza de um país se associa com as condições ideais para a manutenção e aumento de doenças infectocontagiosas como é o caso da TB²³. No entanto, nosso estudo diverge do que já amplamente discutido e aceito pela literatura nacional e internacional, porém, nosso achado chama atenção para o fato das precárias condições de distribuição de renda existentes no Maranhão, e que a ocorrência do óbito onde há maior renda, não signifique necessariamente que ele ocorra na população mais rica, mas na maior parcela da população que concentra as menores e irrisórias rendas no Estado.

No mapa de probabilidades de óbitos por tuberculose para o modelo CAR de Poisson ajustado, observa-se que aproximadamente 12% dos municípios possuem mais que 75% de chance (probabilidade maior que 0,75) de ocorrer uma morte por tuberculose. O mapa também mostra que o norte e a parte central do estado são as regiões que concentram as maiores probabilidades de morte por tuberculose, áreas que concentram as maiores populações do Estado e com indicadores socioeconômicos baixos. Curtis²⁴ tem apontado que áreas com grandes privações em relação à moradia digna e saneamento básico e, portanto, com maior

iniquidade social, tendem também a experimentar serviços de saúde pouco resolutivos e com limitações em termos de oferta e de elenco de serviços.

Dessa maneira, temos que a acentuada desigualdade social no Brasil, observada no acesso aos recursos de saúde, educação, distribuição de renda, saneamento básico, e em outros constituintes do padrão de vida da população, favorecem divergências relacionadas ao risco de adoecer²⁵ e, conseqüentemente, de evoluir ao óbito nos diversos estratos sociais.

Constatamos que elaboração de mapas temáticos é considerada instrumento relevante para a avaliação do desfecho óbito por TB no Maranhão, pois possibilita a visualização espacial do evento, identificação de áreas de risco, sendo fonte segura para a proposição de políticas públicas, medidas de vigilância em saúde e controle da doença.

As áreas identificadas nesse estudo carecem de atenção especial por meio de políticas de saúde, sejam curativas ou preventivas. Como a TB tem forte ligação com fatores sociais e econômicos, deve-se priorizar a diminuição das desigualdades sociais, e conseqüentemente, a melhoria dos indicadores sociais em nosso Estado.

Nosso trabalho teve dos sistemas de informação em saúde sua fonte de dados, os mesmos apresentam suas fragilidades. Uma delas é a própria subnotificação no país²⁶ – isso repercute negativamente em todo o processo de assistência à saúde no Brasil. Destacam-se como fragilidade as lacunas no preenchimento dos registros, que são informações importantes à gestão e ao planejamento em saúde. Nesse sentido, aperfeiçoar e melhorar a qualidade dos registros garante maior confiabilidade para posteriores análises epidemiológica.

Outras dificuldades presentes neste estudo foram à falta e as inconsistências das informações, o que gerou um expressivo número de variáveis sem dados. Esses dados não preenchidos refletem o resultado de uma atividade rotineira nos serviços de saúde, que apesar dos esforços da Vigilância Epidemiológica dos municípios, ainda ocorrem nos vários sistemas de informação.

Embora essas limitações, os resultados do presente estudo possibilitaram verificar a dependência espacial entre os óbitos por TB com os locais onde eles ocorrem, identificaram-se as áreas de vulnerabilidade para a ocorrência de óbito por TB no estado do Maranhão, esse mapeamento das áreas pode contribuir no planejamento das ações em saúde e na definição de um plano estadual de gestão mais próximo da realidade epidemiológica e social do estado.

Conclui-se que foi evidenciada forte dependência espacial na ocorrência dos óbitos por tuberculose com alta taxa anual no estado do Maranhão, bem como altos índices agrupados em torno de cidades especialmente na costa leste e no litoral, onde se concentram as maiores

aglomerações urbanas e grandes populações em situação de vulnerabilidade. A adoção de estratégias especiais de acompanhamento dessa clientela, buscando reduzir essa taxa de mortalidade, faz-se necessária.

REFERÊNCIAS

- 1 World Health Organization. **The global plan to stop TB 2011-2015: transforming the fight towards elimination of tuberculosis - reprinted with changes**, 2011. Geneva: WHO; 2011.
- 2 Pinheiro RS, Oliveira GP, Oliveira EXG, Melo ECP, Coeli CM, Carvalho MS. Determinantes sociais e autorrelato de tuberculose nas regiões metropolitanas conforme a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios, Brasil. **Rev Panam Salud Publica**. 2013;34(6):446–51. Disponível em: <https://www.scielosp.org/pdf/rpsp/2013.v34n6/446-451/pt>. Acessado em 25 mar 2017.
- 3 Selig Lia, Kritski Afranio Lineu, Cascão Angela Maria, Braga José Ueleres, Trajman Anete, Carvalho Regina Maria Guedes de. Proposta de vigilância de óbitos por tuberculose em sistemas de informação. **Rev. Saúde Pública** [Internet]. 2010 Dec [cited 2018 Mar 07]; 44(6): 1072-1078.
- 4 Brasil. Ministério da Saúde (MS). Secretaria de Vigilância em Saúde. Ministério da Saúde. **Boletim Epidemiológico**. v.47, n.13. Brasília: MS; 2016.
- 5 Yamamura M, Zanoti MDU, Arcêncio RA, Protti ST, Figueiredo RM de. Mortalidade por tuberculose no interior de São Paulo – Brasil (2006-2008) [Internet]. **Ciência, Cuidado e Saúde**. 2015 ; 14(3): 1259-1265. Available from: <http://dx.doi.org/10.4025/ciencucuidsaude.v14i3.22850>.
- 6 Santos-Neto M, Yamamura M, Garcia MCC, Popolin MP, Silveira TRS, Arcêncio RA. Análise espacial dos óbitos por tuberculose pulmonar em São Luís, Maranhão. **J Bras Pneumol**. 2014;40(5):543-551.
- 7 San Pedro A, Oliveira RM. Tuberculose e indicadores socioeconômicos: revisão sistemática da literatura. **Rev PanamSaludPublica**, 2013; 33(4):294-301.
- 8 Dye C, Lönnroth K, Jaramillo R, Williams BG, Raviglione M. Trends in tuberculosis incidence and their determinants in 134 countries. **Bull World Heal Organ**. 2009; 87(9): 683-691. Disponível em: <https://www.scielosp.org/pdf/bwho/2009.v87n9/683-691/en>. Acessado em 25 out 2016.
- 9 Oxlade O, Schwartzman K, Behr MA, Benedetti A, Pai M, Heymann J, Menzies D. Global tuberculosis trends: a reflection of changes in tuberculosis control or in population health?. **The International Journal of Tuberculosis and Lung Disease**. 2009; 13(9):1238-1246. Disponível em: <http://www.ingentaconnect.com/content/iuatld/ijtld/2009/00000013/00000010/art00010>. Acessado em 10 out 2016.
- 10 Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [homepage on the Internet]. Brasília: **IBGE** [cited 2016 ago 24]. Censo Demográfico 2010. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/xtras/uf.php?coduf=21>. Acesso em: 11 out. 2016.

- 11 Druck S, Carvalho C, Câmara G, Monteiro AMV. **Análise espacial de dados geográficos. Brasília:** EMBRAPA, 2004; 203p. Disponível em: <http://livimagens.sct.embrapa.br/amostras/00075490.pdf>. Acesso em: 12 out 2016.
- 12 Medronho RA, Werneck GL. **Análise de dados espaciais em saúde.** In: Medronho RA, Bloch KV, Luiz RR, Werneck GL, editores. Epidemiologia. 2.ed. Rio de Janeiro: Atheneu; 2009. 493-511.
- 13 **Holger Schabenberger. spatcounts:** Spatial count regression. R package version 1.1: 2009. Disponível em: <https://CRAN.R-project.org/package=spatcounts>. Acessado em 20 jan 2018.
- 14 Ministério da Saúde. Perspectivas brasileiras para o fim da tuberculose como problema de saúde pública. Bol Epidemiol. 2017;48(8):1-11.
- 15 World Health Organization. **Global Tuberculosis Report 2016.** Genebra: World Health Organization; 2016 [Cited 2018 Feb 21]. Available from: http://www.who.int/tb/publications/global_report/en.
- 16 BRASIL, **Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil: base de dados.** [homepage on the Internet]. Brasília: 2010. Disponível em: <http://atlasbrasil.org.br/>. Acessado em 10/09/2017.
- 17 Kuldorff, M.; Nagarwalla, N. Spatial disease clusters: detection and inference. **Statistics in Medicine**, v.14, p.799-810, 1995.
- 18 Coutinho LASA, Oliveira DS, Souza GF, Fernandes Filho GMC, Saraiva MG. Perfil epidemiológico da tuberculose no município de João Pessoa (PB), entre 2007-2010. **Revista Brasileira de Ciências da Saúde**, 2012; 16(1):35-42.
- 19 Harling G, Castro MC. A spatial analysis of social and economic determinants of tuberculosis in Brasil. Health Place. Edinburgh, 2014; 25:56-67.
- 20 Calori MY, Arcêncio RA. **Relação espacial dos óbitos e internações por tuberculose com indicadores sociais em Ribeirão Preto (SP)** [Internet]. 2016. Available from: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/22/22133/tde-06052016-184351/>. Accessed from 15 mar 2018.
- 21 Ng IC, Wen TH, Wang JY, Fang CT. Spatial Dependency of Tuberculosis Incidence in Taiwan. **PLoS ONE**. 2012; 7(11): e50740. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0050740>. Accessed from 07 out 2017.
- 22 Barr RG, Diez-Roux AV, Knirsch CA, Pablos-Mendez A. Neighborhood poverty and the resurgence of tuberculosis in New York City, 1984–1992. **Am J Public Health**. 2001; 91(9):1487–93.
- 23 Castañeda-Hernández Diana M, Tobón-García Daniel, Rodríguez-Morales Alfonso J. Asociación entre incidencia de tuberculosis e Índice de Desarrollo Humano en 165 países del mundo. **Rev. perú. med. exp. salud pública** [Internet]. 2013 Oct [citado 2018 Feb 28]; 30(4): 560-568.

24 Curtis S. **Health and Inequality: Geographical Perspectives**. London: Sage Publications; 2009.

25 Hino P, da Costa-Junior ML, Sasaki CM, Oliveira MF, Villa TC, dos Santos CB. Time series of tuberculosis mortality in Brazil (1980-2001). **Rev Lat Am Enfermagem**. 2007;15(5):936-41.

26 Espindola LCD. **Estudo da mortalidade por tuberculose em Campo Grande - MS, 2001 a 2008** [dissertation]. Rio de Janeiro: Escola Nacional de Saúde Pública; 2010.

Figura 1: Distribuição as taxas de mortalidade por Tuberculose no estado Maranhão, Brasil 2010-2015. Histograma (à esquerda) e Boxplot (à direita).

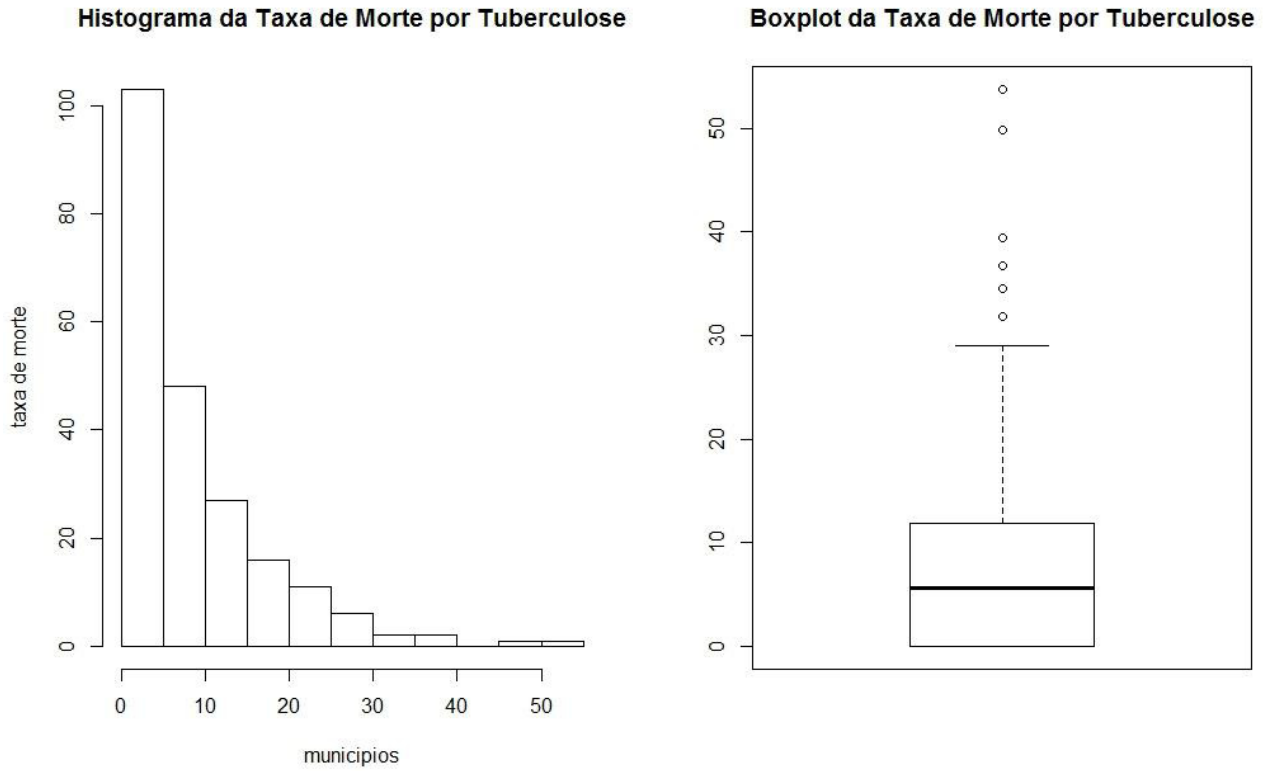


Figura 2: Distribuição espacial da taxa de mortalidade por 100.000 habitantes por tuberculose por municípios, Maranhão, Brasil, 2010-2015

Distribuição da taxa de morte por Tuberculose/100.000/hb

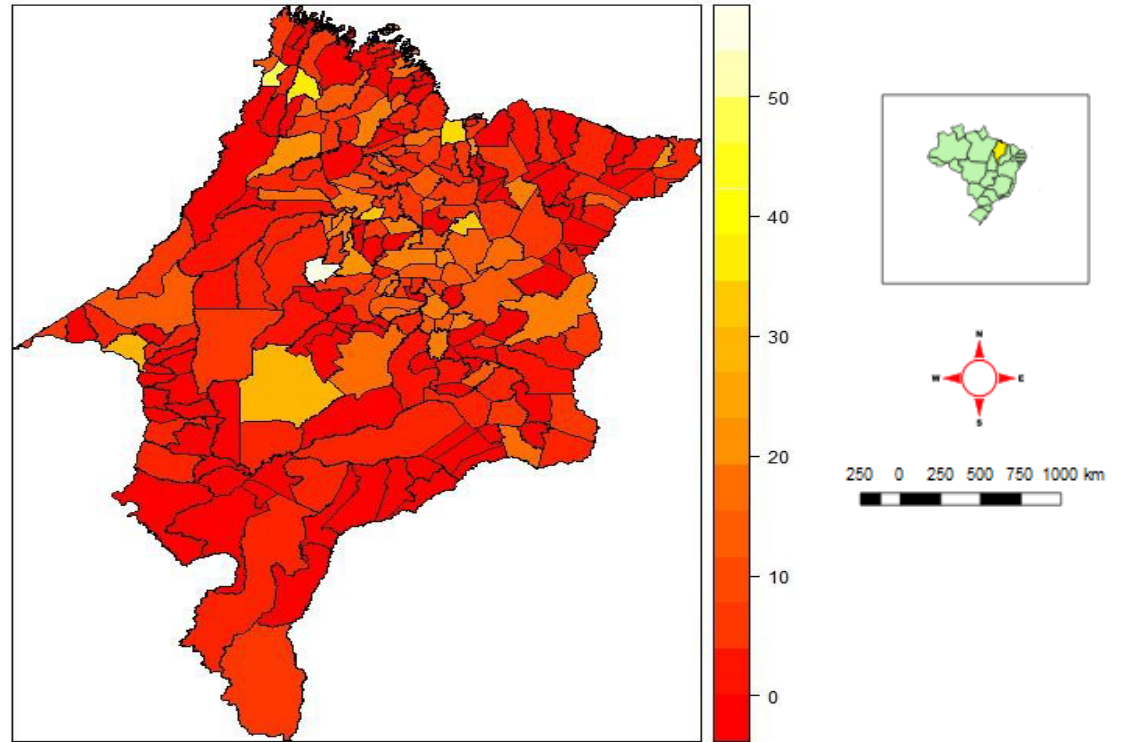


Figura 3: Distribuição espacial do risco relativo das taxas de mortalidade por tuberculose por município, Maranhão, Brasil, 2010-2015.

Distribuição do risco relativo de morte por Tuberculose

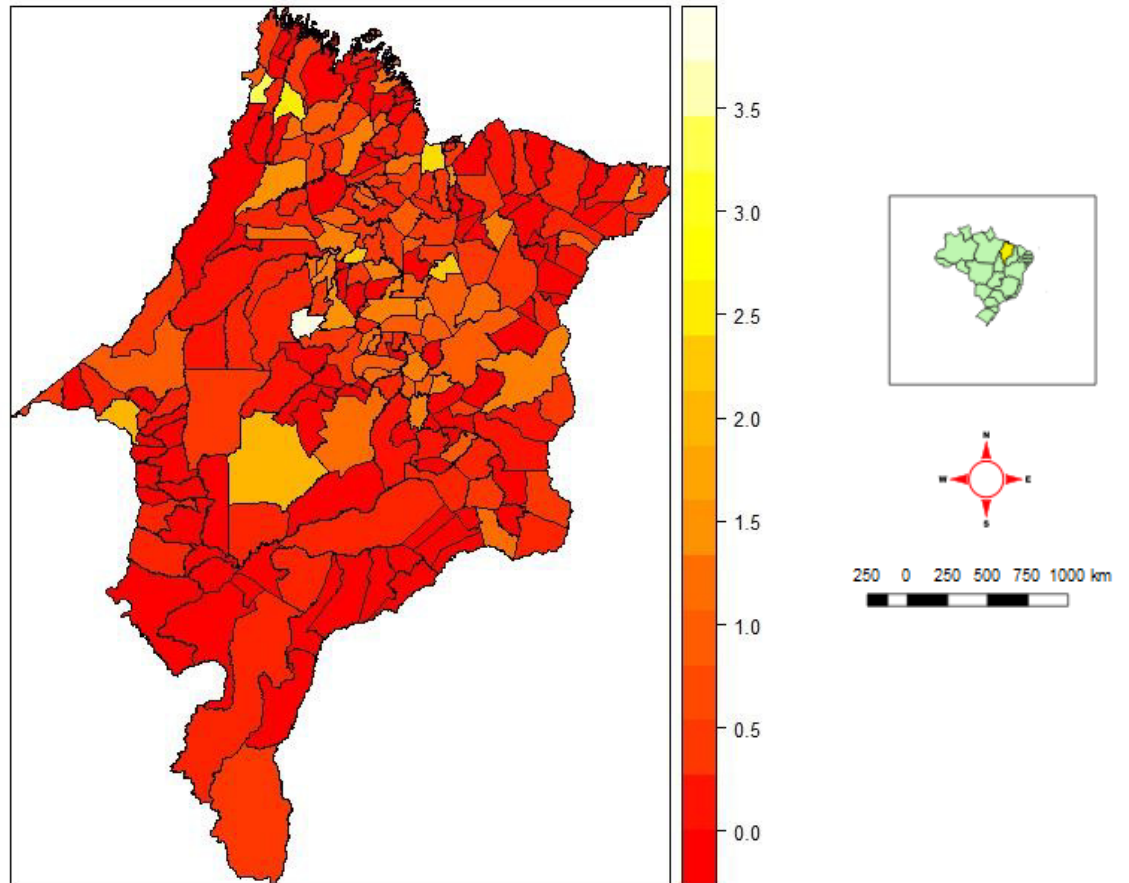


Figura 4: Análise espacial pelo método Scan para identificação das áreas de risco para ocorrência de óbitos por tuberculose, Maranhão, Brasil, 2010 – 2015.

Municípios Considerados Vulneráveis pelo Método Scan

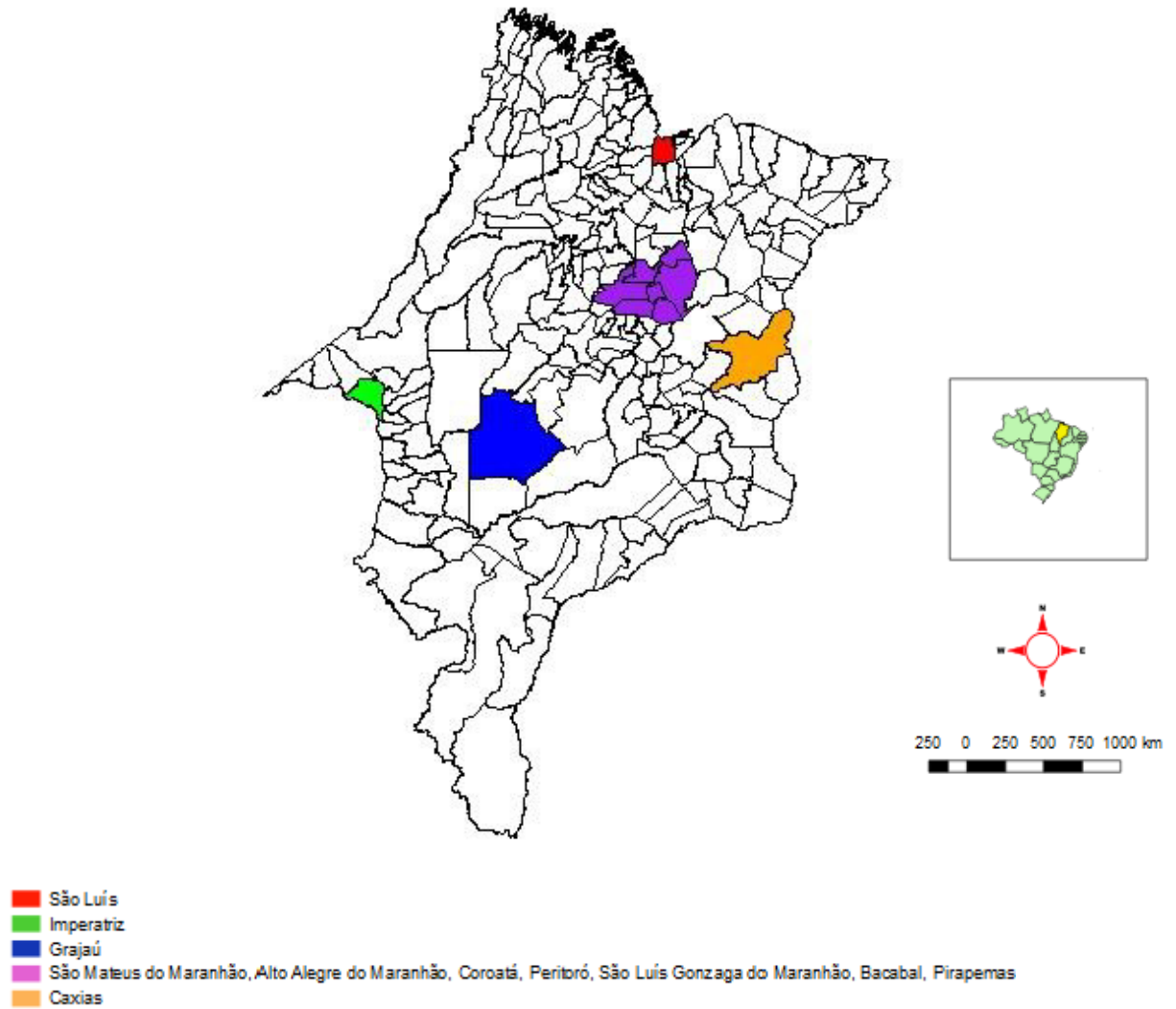


Figura 5: Correlograma Espacial para o Índice de Moran Local das taxas de óbitos por Tuberculose, Maranhão, Brasil, 2010-2015.

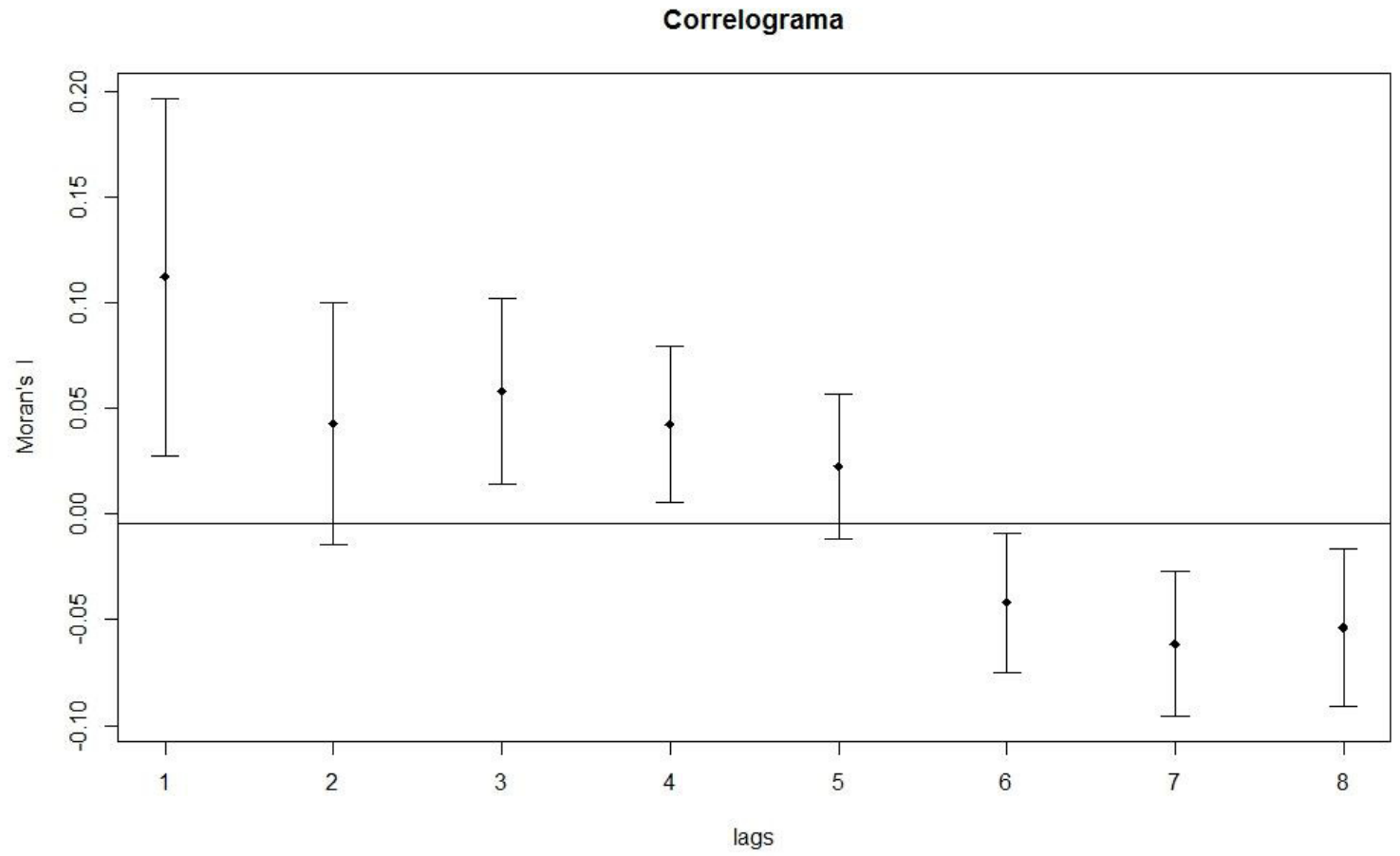


Figura 6: Diagrama de Espalhamento Espacial para o Índice de Moran Local das taxas de óbito por Tuberculose, Maranhão, Brasil 2010-2015.

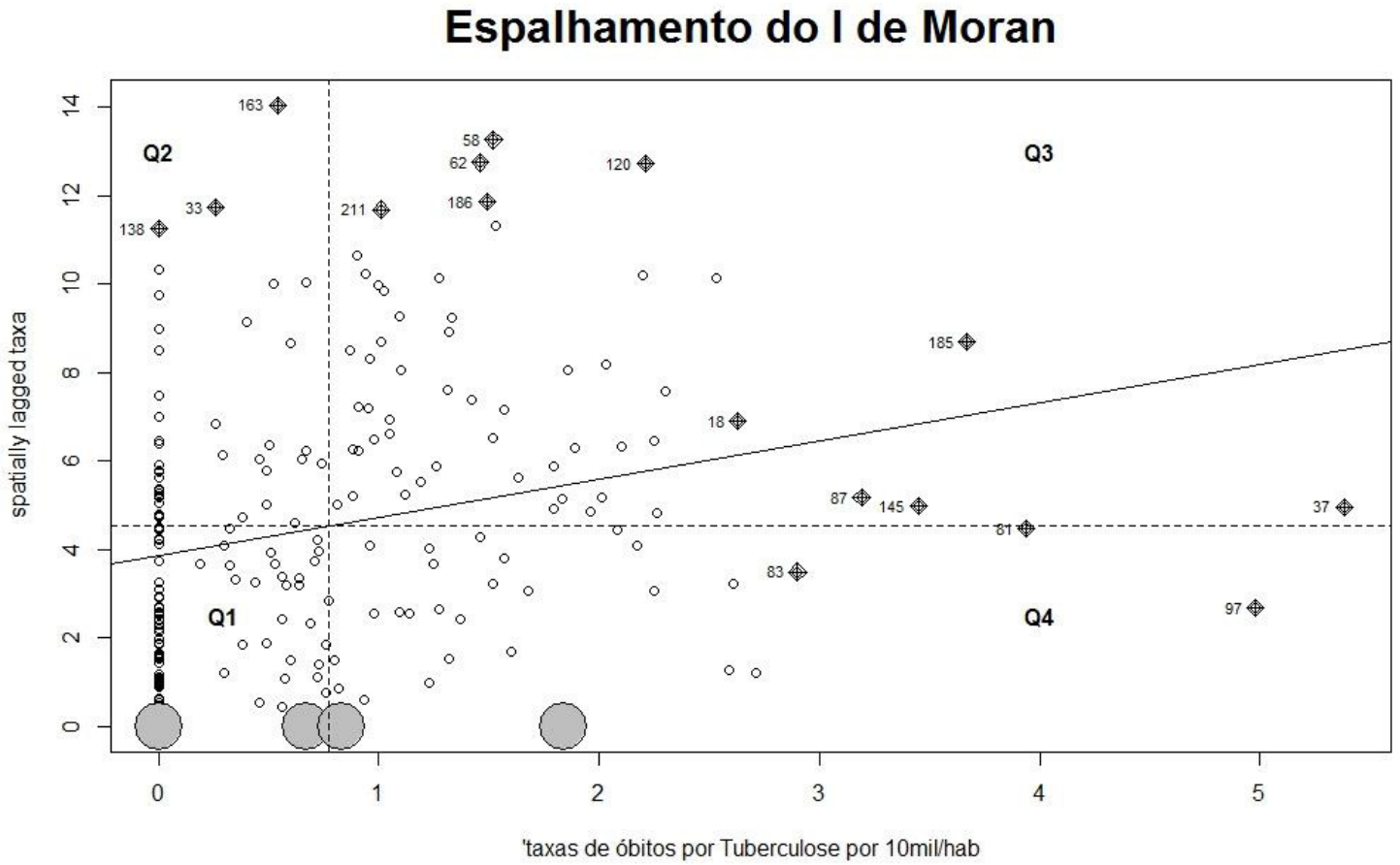


Figura 7: Distribuição espacial da probabilidade de ocorrência de óbitos por tuberculose para o modelo poiCAR por municípios, Maranhão, Brasil, 2010 – 2015.

Probabilidade de ocorrência de óbito por Tuberculose

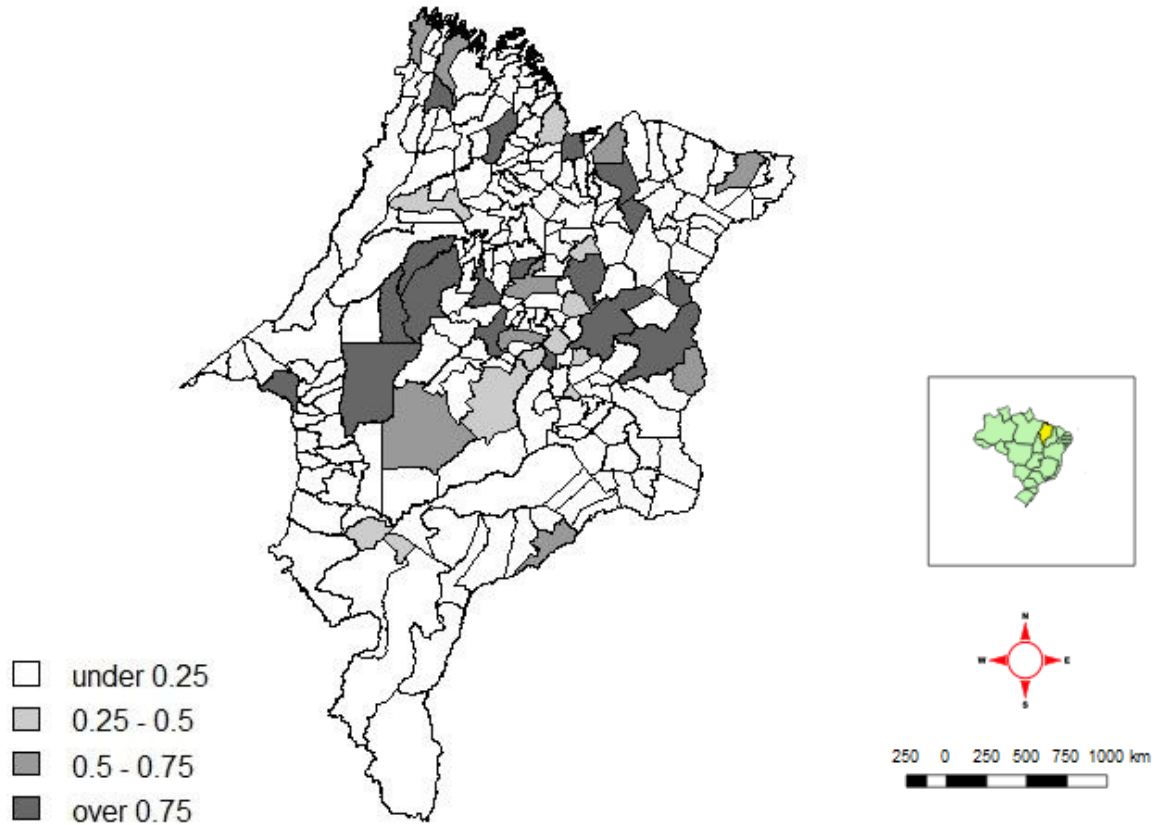


Tabela 1: Medidas DIC dos modelos ajustados, Maranhão, Brasil 2010-2015.

Modelo	DIC
pois.CAR	834,20
zip.CAR	931,24
pg.CAR	1033,23
zipg.CAR	1027,65

Tabela 2: Resultados para o modelo CAR Poisson ajustado, Maranhão, Brasil 2010-2015.

Variável	Coefficiente	Erro padrão	Valor p
IDHM	-148,38	71,57	0,0381*
Gini	55,03	32,22	0,0876
Renda média per capita	0,31	0,04	$\leq 0,001$ *
Expectativa de vida	-0,04	1,09	0,9734
Taxa analfabetismo	0,09	0,40	0,8178

* significativa para nível de significância de 5%

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo evidenciou forte dependência espacial na ocorrência dos óbitos por tuberculose no Maranhão, revelou a associação entre os óbitos e indicadores sociodemográficos, além de identificar as áreas de maior vulnerabilidade para a ocorrência do desfecho óbito por tuberculose.

Os resultados deste estudo poderão subsidiar ações efetivas por parte dos gestores estaduais e municipais quanto às áreas prioritárias de investimento em saúde e, assim, eliminar a ocorrência de óbitos por tuberculose.

Chama ainda a atenção dos profissionais da saúde para uma prática clínica que esteja em consonância com os protocolos e manuais para o controle, diagnóstico, tratamento e acompanhamento dos indivíduos acometidos pela tuberculose afim de evitar o desfecho óbito. O presente estudo suscita então a reflexão acerca da efetividade das políticas públicas no combate e controle da tuberculose, além de reafirmar que se faz necessário maior empenho para reduzir as desigualdades sociais, e, assegurar proteção social e de saúde da população.

REFERÊNCIAS

- ACOSTA, L. M. W. **O mapa de Porto Alegre e a tuberculose: distribuição espacial e determinantes sociais.** 2008.
- ALVES JUNIOR, A. C. **Consolidando a rede de atenção às condições crônicas: experiência da rede hiperdia de Minas Gerais.** Brasília: Organização Pan-Americana de Saúde. p. 21, 2011.
- AQUINO JUNIOR, J. **A dengue em área de fronteira internacional: riscos e vulnerabilidades na tríplice fronteira de foz do Iguaçu.** 2013.188f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal do Paraná, 2013.
- BIOLCHI, A. D. V. **Perfil epidemiológico da tuberculose nos municípios de Mato Grosso do Sul.** 2012.94f. Dissertação (Mestrado) - Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Rio de Janeiro. 2012.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria Executiva. **Departamento de Informática do SUS (DATASUS).** 2014. Disponível: [HTTP://www.datasus.saude.gov.br](http://www.datasus.saude.gov.br). Acesso em: 25/05/2016.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Programa Nacional de Controle da Tuberculose. **Situação da Tuberculose no Brasil.** Brasília: Ministério da Saúde; 2012.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde, Programa Nacional de Controle da Tuberculose. **Programa Nacional de Controle da Tuberculose.** Manual de recomendações para o controle da tuberculose no Brasil. Brasília – DF, 2011.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Ministério da Saúde. **Boletim Epidemiológico.** v.47, n.13, 2016.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Sistema nacional de vigilância em saúde: relatório de situação: Maranhão.** – 2. ed. – Brasília: Ministério da Saúde, 2006.
- CÁRDENAS, R. E. N. **Análise da distribuição espacial da tuberculose no Distrito Federal, 2003–2007.** 2011.
- CAUMO, R. B. **Estatística Espacial em dados de área: uma modelagem inteiramente bayesiana para o mapeamento de doenças aplicada a dados relacionados com a natalidade em mulheres jovens de Porto Alegre.** Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.
- CECILIO, H. P. M. *et al.* Perfil das internações e óbitos hospitalares por tuberculose. **Acta paul. enferm.,** São Paulo , v. 26, n. 3, p. 250-255, 2013.
- COUTINHO, L. A. S. C. *et al.* Perfil Epidemiológico da Tuberculose no Município de João Pessoa–PB, entre 2007-2010. **Revista Brasileira de Ciências da Saúde,** v. 16, n. 1, p. 35-42, 2012.
- SÁII, L. D. de *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,** v. 15, n. 1, p. 222-32, 2012.
- DRUCK, S. *et al.* **Análise espacial de dados geográficos.** Brasília, EMBRAPA, 2004.

DYE, C. *et al.* Trends in tuberculosis incidence and their determinants in 134 countries. **Bulletin of the World Health Organization**, v. 87, n. 9, p. 683-691, 2009.

FERREIRA, S. M. B.; SILVA, A. M. C. da; BOTELHO, C. Tratamento da tuberculose pulmonar em Cuiabá, Mato Grosso, Brasil (1998-2000): distribuição espacial. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 13, n. 3, p. 175-184, 2004.

FIGUEIROA, B. Q *et al.* Análise da cobertura do Sistema de Informações sobre Mortalidade em Olinda, Pernambuco, Brasil. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 29, n. 3, p. 475-484, Mar. 2013.

FREITAS, M. Y. G. S. **Fatores de risco e distribuição espacial da tuberculose em Salvador-Ba.** 2015.

HINO, P.; SANTOS, C. B.; VILLA, T. C. S. Spatial and temporal patterns of tuberculosis in the city of Ribeirão Preto. Brazil from 1998 to 2002. **J. Bras. Pneumol.**, São Paulo, v. 31, n. 6, Dec. 2005.

HINO, P. *et al.* Distribuição espacial de doenças endêmicas no município de Ribeirão Preto (SP). **Ciência Saúde Coletiva**, v. 16, n. s1, 2011.

HOLGER, S. spatcounts: Spatial count regression. R package version 1.1. 2009. Disponível em: <https://CRAN.R-project.org/package=spatcounts>. Acessado em: 20/01/2018.

KRITSKI, A. L.; CONDE, Marcus B.; DE SOUZA, Gilvan R. Muzy. **Tuberculose: do ambulatório à enfermaria.** Atheneu, 2005.

KULLDORFF, M.; NAGARWALLA, N. Spatial disease clusters: detection and inference. **Statistics in medicine**, v. 14, n. 8, p. 799-810, 1995.

LAGUARDIA, J. *et al.* Sistema de informação de agravos de notificação em saúde (Sinan): desafios no desenvolvimento de um sistema de informação em saúde. **Epidemiol. Serv. Saúde**, Brasília, v. 13, n. 3, p. 135-146, set. 2004.

LAMPARELLI, R. A. *et al.* **Geoprocessamento e agricultura de precisão: fundamentos e aplicações.** vol. 2. 2001.

LEAL, M. C; SZWARCOWALD, C. L. Características da mortalidade neonatal no Estado do Rio de Janeiro na década de 80: uma visão espaço-temporal. **Rev. Saúde Pública**, São Paulo, v. 31, n. 5, p. 457-465, Oct. 1997.

MONTECHI, L. N. *et al.* Distribuição espacial da tuberculose em Teresina, Piauí, de 2005 a 2007. **Epidemiol. Serv. Saúde**, Brasília, v.22, n.3, sept. 2013.

MOTA, F. F. *et al.* Distribuição espacial da mortalidade por tuberculose em Salvador, Bahia, Brasil. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 4, p. 915-922, Aug. 2003.

MEDRONHO, R.A.; WERNECK, G.L. Técnicas de análise espacial em saúde. In: Medronho, R.A. (org). **Epidemiologia**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Atheneu, 2009. p. 493-511.

NARDI, S. M. T. *et al.* Geoprocessamento em Saúde Pública: fundamentos e aplicações. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 72, n. 3, p. 185-191, 2013.

OXLADE, O. *et al.* Global tuberculosis trends: a reflection of changes in tuberculosis control or in population health? **The International Journal of Tuberculosis and Lung Disease**, v. 13, n. 10, p. 1238-1246, 2009.

PINHEIRO, R. S. *et al.* Determinantes sociais e autorrelato de tuberculose nas regiões metropolitanas conforme a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios, Brasil. **Rev Panam Salud Pública**, v. 34, p. 446-51, 2013.

PINTO, E. S. O; DOS SANTOS, G. R; DE OLIVEIRA, F. L. P. Análise espaço-temporal aplicada às ocorrências de hipertensão e diabetes nos municípios do estado de Minas Gerais. **Rev. Bras. Biom**, v. 32, n. 2, p. 238-266, 2014.

RIOS, D.P.G. **Tuberculose entre os Indígenas de São Gabriel da Cachoeira/AM: Estudo Epidemiológico com base em casos notificados e dados provenientes do Distrito Indígena de Iauaretê.** 2011. 116f. Dissertação (Mestrado) - Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Rio de Janeiro. 2011.

SALES, C. M. M. *et al.* Análise espacial da tuberculose infantil no estado do Espírito Santo, 2000 a 2007. **RevSocBrasMedTrop**, v. 43, n. 4, p. 435-439, 2010.

SAN PEDRO, A; OLIVEIRA, R. M. de. Tuberculose e indicadores socioeconômicos: revisão sistemática da literatura. **Rev PanamSaludPublica**, Washington , v. 33, n. 4, p. 294-301, Apr. 2013.

SANTOS-NETO, M. *et al.* Spatial analysis of deaths from pulmonary tuberculosis in the city of São Luís, Brazil. **J. bras.pneumol.**, São Paulo , v. 40, n. 5, p. 543-551, Oct. 2014 .

SELIG, L.*et al.* Proposta de vigilância de óbitos por tuberculose em sistemas de informação. **Rev. Saúde Pública**, São Paulo , v. 44, n. 6, p. 1072-1078, Dec. 2010 .

SKABA, D. A. **Metodologias de geocodificação dos dados da saúde.** 2009. Tese de Doutorado. 155f. Dissertação (Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca) - Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro. 2009.

SNOW, John. **On the mode of communication of cholera.** John Churchill, 1855.

SOUSA, L. M. O; PINHEIRO, R. S. Óbitos e internações por tuberculose não notificados no município do Rio de Janeiro. **Rev. Saúde Pública**, São Paulo, v. 45, n. 1, p. 31-39, Feb. 2011.

VASCONCELOS, A. R. F.; CATÃO, R. M. R. Prevalência da tuberculose pulmonar em pacientes atendidos na cidade de Delmiro Gouveia-Al. **Rev. Biofar**, Campo Grande, v.9, n.1, p. 89-97, jun/ago. 2013.

VIEIRA, R. da C. A. *et al.* Distribuição espacial dos casos novos de tuberculose em Vitória, Estado do Espírito Santo, no período entre 2000 e 2005. **Rev Soc Bras Med Trop**, v. 41, n. 1, p. 82-6, 2008.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Global Tuberculosis Control.** WHO Report, WHO/HTM/TB/2011.16, 2011.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Global tuberculosis report 2013.** Geneva: WHO; 2013.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **The global plan to stop TB 2011–2015: transforming the fight towards elimination of tuberculosis – reprinted with changes.** Geneva; 2011.

YAMAMURA, M. *et al.* Mortalidade por tuberculose no interior de São Paulo–Brasil (2006-2008)/Mortality from tuberculosis in the country side of São Paulo-Brazil (2006-2008). **Ciência, Cuidado e Saúde**, v. 14, n. 3, p. 1259-1265, 2015.

CASTANEDA-HERNANDEZ, Diana M; TOBON-GARCIA, Daniel; RODRIGUEZ-MORALES, Alfonso J. Asociación entre incidencia de tuberculosis e Índice de Desarrollo Humano en 165 países del mundo. **Rev. Perú. med. exp. salud pública**, Lima , v. 30, n. 4, p. 560-568, oct. 2013 .