UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENFERMAGEM DE RIBEIRÃO PRETO

ANA ANGÉLICA RÊGO DE QUEIROZ

**Distribuição espacial e espaço-temporal da mortalidade por tuberculose e sua
relação com marcadores de desenvolvimento social em Natal/RN**

Ribeirão Preto
2017

ANA ANGÉLICA RÊGO DE QUEIROZ

**Distribuição espacial e espaço-temporal da mortalidade por tuberculose e sua
relação com marcadores de desenvolvimento social em Natal/RN**

Tese apresentada à Escola de
Enfermagem de Ribeirão Preto da
Universidade de São Paulo para
obtenção do título Doutor em Ciências,
Programa Interunidades de
Doutoramento em Enfermagem.

Linha de Pesquisa: Sociedade, Saúde e
Enfermagem.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Alexandre
Arcêncio

Coorientador: Prof. Dr. Francisco
Chiaravalloti Neto

Ribeirão Preto
2017

**AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL
DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU
ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA
A FONTE.**

FICHA CATALOGRÁFICA

Serviço de Documentação Enfermagem

Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo

Queiroz, Ana Angélica Rêgo de

Distribuição espacial e espaço-temporal da mortalidade por tuberculose e sua relação com marcadores de desenvolvimento social em Natal/RN/. Ribeirão Preto-SP, 2017.

133 p.: il.; 30 cm

Tese apresentada à Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto/USP.

Orientador: Ricardo Alexandre Arcêncio

Coorientador: Francisco Chiaravalloti Neto

1. Tuberculose. 2. Mortalidade. 3. Análise espacial. 4. Fatores socioeconômicos. 5. Desenvolvimento social.

QUEIROZ, Ana Angélica Rêgo de

Distribuição espacial e espaço-temporal da mortalidade por tuberculose e sua relação com marcadores de desenvolvimento social em Natal/RN

Tese apresentada à Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo para obtenção do título Doutor em Ciências, Programa Interunidades de Doutorado em Enfermagem.

Aprovado em//

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura _____

*A **Deus**, minha fonte de inspiração, sem Ele não nada possível.*

*Aos meus amados pais, **Fátima e Livanaldo** pelo amor e apoio incondicionais a mim dedicados.*

*À minha irmã, **Cecília** por sempre ser minha companheira e me apoiar nas diferentes empreitadas.*

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

*Ao meu orientador, Prof^o. Dr **Ricardo Alexandre Arcêncio** pela oportunidade, pelo acolhimento desde o mestrado, pelos ensinamentos e trocas de experiências. Sempre terás minha gratidão! Muito obrigada!*

*Ao meu coorientador, Prof^o. Dr **Francisco Chiaravalloti Neto**, “Chico” pela paciência, por ter me recebido com tanto carinho e por todo aprendizado. Foi um prazer conviver com um profissional tão preparado.*

*A Prof^a Dr^a **Rejane Maria Paiva de Menezes**, a quem devo minha inserção na pesquisa, pelo carinho e amizade a mim dedicados.*

*Ao Prof^o. Dr. **Antônio Ruffino Netto** por ser uma referência de profissional e ser humano, pela luta incansável contra a tuberculose, pela admirável liderança do GEOTB. É uma honra poder contar com as suas contribuições.*

*A Prof^a Dr^a **Severina Alice da Costa Uchôa** pelas contribuições a este trabalho e pelo intercâmbio de conhecimento.*

*A Prof^a Dr^a **Mellina Yamamura**, que também foi colega de pós-graduação, pela parceria firmada na pesquisa e na vida.*

AGRADECIMENTOS

A Deus por sua infinita bondade, por ter sido fonte de fé e perseverança não permitindo que eu fraquejasse.

*Aos meus pais, **Fátima e Livanaldo** pelo apoio incondicional, por abdicarem de alguns momentos de vida em detrimento dos meus. Amo-os muito!*

*À minha irmã **Cecília** por me apoiar sempre e por entender as minhas ausências.*

*Às minha tias-mães **Tércia e Socorro** por serem tão presentes em minha vida, sempre dispostas a me ajudar!*

*Aos meus avós **Áurea e Luiz** (in memoriam), **Jandira e Manoel** pelo amor e exemplo de vida!*

A todos os meus familiares pela torcida e por vibrarem pelas minhas conquistas!

*Às amiga-irmãs, **Manu, Alane, Janiara, Thalyne, Talita, Camila, Júlia, Gabi, Sarah, Belle, Lidy e Helô**, presentes dados pela enfermagem, por serem tão companheiras, pela cumplicidade e por torcerem por mim!*

Aos colegas do Hospital Monsenhor Walfredo Gurgel por acreditarem e torcerem pela concretização deste sonho!

*Às amigas “Meia Patas”, **Concy, Aylana, Dani e Má**, presentes enviados por Deus com as quais vivi momentos inesquecíveis e levarei para toda vida.*

*Às amigas que Ribeirão Preto me proporcionou, **Raionara, Laís, Lara e Willy**, por serem a minha família durante esse tempo, por serem companheiras e amigas fiéis.
Nossa amizade será para vida toda!*

*Aos amigos do grupo de pesquisa da sala 53, **Luiz, Antônio, Thaís, Luana, Iza, Marcos, Clara, Mell, Miguel e Josy** pela paciência e pelos momentos compartilhados.
Sentirei saudades!*

A todos que fazem o Grupo de Estudos Epidemiológico-Operacional em Tuberculose (GEOTB) e Grupo de Altos Estudos de Avaliação de processos e práticas da Atenção Primária à Saúde e Enfermagem (GAAPS) pelo conhecimento compartilhado.

À Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto, de modo especial ao Programa Interunidades de Doutorado em Enfermagem (coordenadores e docentes), pela oportunidade e apoio nos diversos momentos do curso.

*À querida Flávia, secretária do Programa Interunidades de Doutorado em
Enfermagem pelo carinho e paciência!*

*Aos funcionários da Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto, pela presteza em
solucionar os problemas cotidianos.*

*À Secretaria Municipal de Saúde de Natal, especialmente ao Setor de Estatísticas
Vitalis pela autorização da pesquisa.*

*À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela
concessão da bolsa de Doutorado, tornando possível a realização da pesquisa.*

"De tudo, ficaram três coisas:
A certeza de que estamos sempre começando...
A certeza de que precisamos continuar...
A certeza de que seremos interrompidos antes de terminar....
Portanto devemos:
Fazer da interrupção um caminho novo ...
Da queda, um passo de dança...
Do medo, uma escada...
Do sonho, uma ponte...
Da procura, um encontro..."

(Fernando Sabino)

RESUMO

QUEIROZ, A.A.R. **Distribuição espacial e espaço-temporal da mortalidade por tuberculose e sua relação com marcadores de desenvolvimento social em Natal/RN.** 2017. 133f. Tese (Doutorado) – Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2017.

Introdução: A tuberculose (TB) continua sendo um grave problema de saúde global, sendo classificada como a principal causa de morte por doenças infecciosas em todo o mundo. Objetivou-se analisar a distribuição e risco espacial e espaço-temporal da mortalidade por TB e sua relação com marcadores de desenvolvimento social em Natal/RN. **Métodos:** Trata-se de um estudo ecológico. Os setores censitários e as Unidades de Desenvolvimento Humano (UDHs) foram utilizados como unidades de análise. A população do estudo foi composta de casos de óbito por TB como causa básica, registrados no Sistema de Informações sobre Mortalidade no período de 2008 a 2014. Realizou-se análise univariada das variáveis socioeconômicas com cálculo de frequências absolutas e relativas. Para a construção dos marcadores de desenvolvimento social considerou-se a técnica de análise de componentes principais, utilizando-se da base de informações de variáveis das UDHs. A geocodificação dos endereços foi processada no TerraView versão 4.2.2. Posteriormente, seguiu-se com a análise da estimativa de *Kernel*. Para detecção de aglomerados espaciais e espaço-temporais foi aplicada a técnica de varredura espacial. Taxas brutas e bayesianas empíricas globais de mortalidade foram calculadas. A existência de autocorrelação espacial da mortalidade por TB foi verificada pelos índices de Moran Global e Local. Para analisar a relação entre mortalidade por TB e os marcadores de desenvolvimento social realizaram-se análises de regressão linear múltipla. Os resíduos da regressão linear foram investigados quanto à existência de autocorrelação espacial por meio do Teste Global de Moran. Para escolha do modelo final foi considerado o critério de informação de Akaike (AIC). Para as análises foram considerados os *softwares* Statistica versão 12.0, ArcGIS versão 10.2, SaTScan™ versão 9.2 e OpenGeoDa versão 1.0.1. Em todos os testes estatísticos foi fixado o nível de significância em 5% ($p < 0,05$). **Resultados:** Identificaram-se 154 óbitos por TB, desse total, 91,5% dos endereços foram geocodificados. A estatística de *Kernel* mostrou áreas quentes para a mortalidade por TB. A técnica de análise de varredura espacial identificou três aglomerados estatisticamente significativos, sendo dois de alto risco ($RR=5,77$ $IC_{95\%} = 5,19 - 6,34$; $RR= 3,82$ $IC_{95\%} = 3,38 - 4,24$) e um de baixo risco ($RR = 0,34$ $IC_{95\%} = 0,08 - 0,76$). Já a análise de varredura espaço-temporal apresentou apenas um aglomerado de alto risco ($RR= 5,97$; $IC_{95\%} = 5,26 - 6,66$) no ano de 2008. As maiores taxas bayesianas foram identificadas no distrito de saúde leste. Foi identificada autocorrelação espacial dessas taxas ($I = 0,324$, $p = 0,002$). Para a construção dos marcadores de desenvolvimento social, duas componentes principais apresentaram 85,3% de variância total. O primeiro marcador foi denominado de áreas de menor desenvolvimento social (DS-) e o segundo, de áreas de maior desenvolvimento social (DS+). Na modelagem estatística, observou-se uma associação negativa entre a mortalidade por TB e áreas de maior desenvolvimento social ($R^2 = 0,207$; $p=0,03$). Sendo o modelo final escolhido o *Spatial Lag*. **Conclusão:** A identificação de áreas vulneráveis à ocorrência do óbito por tuberculose e sua relação com o desenvolvimento social permitem o direcionamento das ações intersetoriais de controle da doença às populações conhecidamente mais afetadas.

Palavras-chave: Tuberculose. Mortalidade. Análise espacial. Fatores socioeconômicos. Desenvolvimento Social.

ABSTRACT

QUEIROZ, A.A.R. **Spatial and spatio-temporal distribution of mortality due to tuberculosis and its relationship with markers of social development in Natal / RN.** 2017. 133p. Thesis (Phd) – College of Nursing at Ribeirão Preto, University of São Paulo, Ribeirão Preto, 2017.

Introduction: Tuberculosis (TB) continues a serious global health problem and has been classified as the leading cause of death from infectious diseases worldwide. The objective of this study was to analyze spatial and spatial-temporal risk for TB mortality, the spatial distribution of this event and its relationship with index of social development in Natal / RN. Methods: This is an ecological study. The census tracts and the Human Development Units (HDUs) were used as units of analysis. The study's population was composed by cases of death due to TB as a basic cause, registered in the Mortality Information System from 2008 to 2014. A univariate analysis of the socioeconomic variables was performed estimating absolute and relative frequency. For the construction social development index we have used the technique Principal Components considering the variables obtained from HDUs. The geocoding of Address was performed through TerraView version 4.2.2. In addition, we applied the Kernel estimation analysis. Scan Statistic was used to detection of spatial and spatial-temporal clusterd. The authors calculated TB mortality rate, it was smoothed by Empirical Bayes Method. Autocorrelation of TB mortality was analyzed by Moran Global and Local Indexes. Multiple linear regression analysis was performed to analyze the relation of social development index with TB mortality. The residues of linear regression model were investigated to identify the existence of spatial autocorrelation through the Moran Global Test. The final model was defined considering the Akaike information criterion (AIC). Statistica version 12.0, ArcGIS version 10.2, SaTScan TM version 9.2 and OpenGeoDa version 1.0.1 were used in the analysis. It was defined level of significance at 5% as statistically significant ($p < 0.05$) for all statistical tests. Results: We identified 154 deaths per TB, of this total, 91.5% of the addresses were geocoded. Hot spots for TB mortality has been showed by Kernel statistics . Three statistically significant clusters were observed when applied Sat Scan, two of which were higher risk ($RR=5.77$ $CI\ 95\% = 5.19 - 6.34$; $RR= 3.82$ $CI\ 95\% = 3.38 - 4.24$) and one with lower risk ($RR = 0.34$ $CI95\% = 0.08 - 0.76$). The spatial-temporal scan statistic analysis revealed only one cluster with high risk ($RR = 5.97$, $CI95\% = 5.26 - 6.66$) in the year 2008. The highest Bayesian rates were identified in the Eastern health district. Spatial autocorrelation of these rates was identified ($I = 0.324$, $p = 0.002$). For the construction of social development index, two first Principal Components (PC) accumulated 85.3% from total variance. The first PC was named areas with lower social development (SD-) and the second one was designed area with higher social development (SD +). In statistical modeling, a negative association was observed with areas of higher social development with TB mortality ($R^2 = 0.207$, $p = 0.03$). The final model has been chosen by Spatial Lag. Conclusion: The study evidenced areas vulnerable to tuberculosis mortality and its relationship with social development, which allows addressing of intersectoral actions to TB elimination especially in the populations in risks.

Keywords: Tuberculosis. Mortality. Spatial analysis. Socioeconomic factors. Social development.

RESUMEN

QUEIROZ, A.A.R. **Distribución espacial y espacio-temporal de la mortalidad por tuberculosis y su relación con marcadores de desarrollo social en Natal/RN.** 2017. 133 pags. Tesis (Doctorado) – Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2017.

Introducción: La tuberculosis (TBC) continúa siendo un grave problema de salud global, siendo clasificada con la principal causa de muerte por enfermedades infectocontagiosas en todo el mundo. Se propuso analizar la distribución espacial y espacio-temporal de la mortalidad por TBC y su relación con marcadores de desarrollo social en Natal/RN. **Métodos:** Se trata de un estudio ecológico. Los sectores censitarios y las Unidades de Desarrollo Humano (UDHs) fueron utilizados como unidades de análisis. La población de estudio fue conformada por casos de óbitos por TBC como causa básica registrados en el Sistema de Informaciones sobre mortalidad en el periodo de 2008 a 2014. Se realizó análisis univariado de las variables socioeconómicas con cálculo de frecuencias absolutas y relativas. Para la construcción de los marcadores de desarrollo social se consideró la técnica de análisis de componentes principales, utilizándose de la base de informaciones de variables de las UDHs. La geocodificación de las direcciones fue procesada en el TerraView versión 4.2.2. Posteriormente, se continuó con el análisis de la estimativa de Kernel. Para la detección de aglomerados espaciales y espacio-temporales fue aplicada la técnica de barradura espacial. Las tasas brutas y bayesianas empíricas globales de mortalidad fueron calculadas. La existencia de auto correlación espacial de la mortalidad por TBC fue verificada por los índices de Moran Global y Local. Para analizar la relación entre la mortalidad por TBC y los marcadores de desarrollo social se realizó análisis de regresión lineal múltiple. Los residuos de la regresión lineal fueron investigados en relación a la existencia de auto correlación espacial a través del test Global de Moran. Para la selección del modelo final fue considerado el criterio de información de Akaike (AIC). Para el análisis fueron considerados los softwares Statistica versión 12.0, ArcGIS versión 10.2, SaTScan™ versión 9.2 y OpenGeoDa versión 1.0.1. Para todas las pruebas estadísticas fue determinado un nivel de significancia de 5% ($p < 0,05$). **Resultados:** Se identificaron 154 óbitos por TBC de ellos, tres aglomerados estadísticamente significativos, siendo dos de alto riesgo ($RR=5,77$ $IC95\% = 5,19 - 6,34$; $RR= 3,82$ $IC95\% = 3,38 - 4,24$) y uno de bajo riesgo ($RR = 0,34$ $IC95\% = 0,08 - 0,76$). En el análisis de barradura espacio-temporal se presentó solamente un aglomerado de alto riesgo ($RR= 5,97$; $IC95\% =5,26 - 6,66$) en el año 2008. Las mayores tasas bayesianas fueron identificadas en el Distrito de Salud Este y en este fue identificado la auto-correlación espacial ($I = 0,324$, $p = 0,002$). Para la construcción de los marcadores de desarrollo social, dos componentes principales presentaron un 85,3% de la variancia total. El primer marcador fue denominado de áreas de menor desarrollo social (DS-) y el segundo, de áreas de mayor desarrollo social (DS+). En el modelo estadístico se observó una asociación negativa entre la mortalidad por TBC y las áreas de mayor desarrollo social ($R^2 = 0,207$; $p=0,03$). Siendo seleccionado el modelo Spatial Lag. **Conclusión:** La identificación de las áreas vulnerables a la ocurrencia de óbitos por tuberculosis y su relación con el desarrollo social permiten orientar las acciones intersectoriales de control de la enfermedad en las poblaciones más afectadas.

Palabras claves: Tuberculosis. Mortalidad. Análisis Espacial. Factores Socioeconómicos. Desarrollo social

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Diagrama de fluxo relacionado ao processo de seleção dos artigos.....	31
Figura 2	Fatores determinantes da tuberculose.....	48
Figura 3	Localização geográfica do Município de Natal/Rio Grande do Norte, Brasil (2017).....	54
Figura 4	Divisões geográficas do município. (A) Distritos de saúde. (B) Bairros. Natal/Rio Grande do Norte, Brasil (2017).....	55
Figura 5	Setores Censitários. Natal/Rio Grande do Norte, Brasil (2017).....	57
Figura 6	Unidades de Desenvolvimento Humano. Natal/Rio Grande do Norte, Brasil (2017).....	60
Figura 7	Síntese esquemática dos procedimentos metodológicos para análise dos dados. Natal/Rio Grande do Norte (2017).....	64
Figura 8	<i>Screeplot</i> para os autovalores da matriz de correlação dos componentes principais definidos para a representação de indicadores sociais, Natal/Rio Grande do Norte, Brasil (2008-2014).....	83
Figura 9	Casos de tuberculose georreferenciados por setores censitários. Natal/ Rio Grande do Norte, Brasil (2008 - 2014).....	87
Figura 10	Mapa da distribuição da densidade dos óbitos por tuberculose como causa básica, Natal/Rio Grande do Norte, Brasil (2008-2014).....	88
Figura 11	Aglomerados espaciais dos óbitos por tuberculose. Natal/Rio Grande do Norte, Brasil (2008 – 2014).....	89
Figura 12	Aglomerado espaço-temporal dos óbitos por tuberculose. Natal/ Rio Grande do Norte, Brasil (2008 a 2014).....	90
Figura 13	Localização da rua da Esperança – Bairro Santos Reis – área de alto risco (aglomerado 2) para a mortalidade por TB. Natal/Rio Grande do Norte, Brasil (2017).....	91
Figura 14	Localização da rua da Estrela – Bairro Santos Reis – área de alto risco (aglomerado 2) para a mortalidade por TB. Natal/Rio Grande do Norte, Brasil (2017).....	92
Figura 15	Localização da rua dos Paiatis – Bairro Alecrim – área de alto risco (aglomerado 1) para a mortalidade por TB. Natal/Rio Grande do Norte, Brasil (2017).....	92
Figura 16	Localização da rua Sátiro Dias – Bairro Alecrim – área de alto risco	93

	(aglomerado 1) para a mortalidade por TB. Natal/Rio Grande do Norte, Brasil (2017).....	
Figura 17	Localização da Alameda dos Flamboyantes – Bairro Neópolis – área de baixo risco (aglomerado 3) para a mortalidade por TB. Natal/Rio Grande do Norte, Brasil (2017).....	93
Figura 18	Localização da rua Praia das Gameleiras – Bairro Ponta Negra – área de baixo risco (aglomerado 3) para a mortalidade por TB. Natal/Rio Grande do Norte, Brasil (2017).....	94
Figura 19	Mapa das taxas de mortalidade brutas (A) e suavizadas anuais (B) por tuberculose. Natal/Rio Grande do Norte, Brasil (2008-2014).....	95
Figura 20	Mapas das taxas suavizadas de mortalidade por tuberculose, segundo o período de tempo. Natal/Rio Grande do Norte, Brasil (2008-2014).....	96
Figura 21	Mapa do Indicador Local de Associação Espacial (LISA). A-Significância estatística; B-Espalhamento do LISA. Natal/Rio Grande do Norte, Brasil (2008-2014).....	97
Figura 22	Mapa de classificação das Unidades de Desenvolvimento Humano de acordo Maior Desenvolvimento Social. Natal/Rio Grande do Norte, Brasil (2008-2014).....	100

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Síntese dos estudos selecionados a partir da revisão da literatura.....	33
Quadro 2	Nomenclatura das Unidades de Desenvolvimento Humano e localização quanto aos distritos de saúde. Natal/Rio Grande do Norte, Brasil (2017).....	58
Quadro 3	Formas clínicas da tuberculose, segundo a Classificação Internacional de Doenças versão 10 - CID10.....	62
Quadro 4	Variáveis socioeconômicas das Unidades de Desenvolvimento Humano, selecionadas para a construção dos marcadores de desenvolvimento social. Natal/Rio Grande do Norte, Brasil (2008-2014).....	66

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Número de artigos identificados por combinação dos descritores e base de dados, antes e depois da aplicação dos critérios de elegibilidade.....	30
Tabela 2	Cobertura da Estratégia de Saúde da Família. Natal/Rio Grande do Norte, Brasil.(2014).....	56
Tabela 3	Perfil epidemiológico dos óbitos por tuberculose. Natal/Rio Grande do Norte, Brasil (2008 - 2014).....	81
Tabela 4	Distribuição dos óbitos por tuberculose segundo forma clínica. Natal/Rio Grande do Norte, Brasil (2008 - 2014).....	82
Tabela 5	Autovalores e percentuais de variância total e acumulada das componentes principais Natal/Rio Grande do Norte, Brasil (2008-2014).....	84
Tabela 6	Autovetores das variáveis originais para a construção dos marcadores de desenvolvimento social, Natal/Rio Grande do Norte, Brasil. (2008-2014).....	85
Tabela 7	Características das áreas de risco identificadas. Natal/Rio Grande do Norte, Brasil (2008-2014).....	91
Tabela 8	Modelo de regressão linear para as taxas bayesianas anuais de mortalidade por tuberculose segundo os indicadores sociais. Natal/Rio Grande do Norte, Brasil (2008 - 2014).....	98
Tabela 9	Modelo de regressão espacial para as taxas de mortalidade por tuberculose em Natal/Rio Grande do Norte, Brasil (2008 – 2014).....	98

LISTA DE ABREVIATURAS

ACP	Análise de Componentes Principais
AIC	Critério de Informação de Akaike
AIDS	Acquired Immunodeficiency Syndrome
APS	Atenção Primária à Saúde
BRICS	Brasil, Federação Russa, Índia, China e África do Sul
CAR	Conditional Auto Regressive
CNDSS	Comissão Nacional sobre os Determinantes Sociais da Saúde
CID -10	Classificação Internacional de Doenças versão 10
CP	Componente Principal
DO	Declaração de Óbito
DOTS	Directly Observed Treatment Short-Course
DECS	Descritores em Ciências da Saúde
DSS	Determinantes Sociais da Saúde
EERP	Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto
ESF	Estratégia de Saúde da Família
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IDHM	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal
LILACS	Literatura Latino-Americana em Ciências da Saúde
LISA	Local Indicator of Spatial Association
MeSH	Medical Subject Headings
MS	Ministério da Saúde
OMS	Organização Mundial de Saúde
PIB	Produto Interno Bruto
PRISMA	Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
PubMed	Public Medline ou Publisher Medline
RN	Rio Grande do Norte
SAR	Spatial AutoRegressive

SCIELO	Scientific Electronic Library Online
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SIM	Sistema de Informações sobre Mortalidade
SIRGAS	Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas
STROBE	Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology
SUS	Sistema Único de Saúde
TB	Tuberculose
TDO	Tratamento Diretamente Observado
TxMTB	Taxas de mortalidade por TB
UDH	Unidades de Desenvolvimento Humano
UTM	Universal Transversa de Mercator
USP	Universidade de São Paulo
VIH	Vírus da Imunodeficiência Humana

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	21
2 REVISÃO DA LITERATURA COM ABORDAGEM SISTEMÁTICA.....	28
3 JUSTIFICATIVA DO ESTUDO	41
4 OBJETIVOS.....	44
4.1 Objetivo geral.....	45
4.2 Objetivos específicos.....	45
5 QUADRO TEÓRICO.....	46
6 MATERIAIS E MÉTODOS.....	53
6.1 Natureza da pesquisa.....	54
6.2 Cenário da pesquisa.....	54
6.2.1 Indicadores sociais, econômicos, epidemiológicos e de saúde.....	55
6.2.2 Unidades de análise.....	56
6.3 População.....	61
6.4 Fonte de informação, coleta dos dados e critérios de seleção.....	61
6.5 Plano de análise.....	63
6.5.1 Etapa I: Fase exploratória dos dados do SIM.....	65
6.5.2 Etapa II: seleção de variáveis para a construção dos indicadores sociais.....	65
6.5.3 Etapa III: Análise espacial dos óbitos por TB.....	68
6.5.3.1 Geocodificação dos endereços.....	68
6.5.3.2 Análise de densidade de pontos.....	69
6.5.3.3 Estatística de varredura.....	70
6.5.3.4 Análise de área – taxa de mortalidade por tuberculose.....	73
6.5.3.5 Análise de dependência espacial.....	74
6.5.3.6 Modelagem estatística.....	75
6.6 Aspectos Éticos.....	78
7 RESULTADOS.....	79
7.1 Fase exploratória dos dados do SIM.....	80
7.2 Construção dos indicadores sociais.....	82
7.3 Análise espacial dos óbitos por TB.....	86
7.3.1 Geocodificação dos endereços.....	86
7.3.2 Análise de densidade de pontos.....	87
7.3.3 Estatística de varredura.....	88
7.3.4 Análise de área - taxas de mortalidade por tuberculose	94
7.3.5 Análise de dependência espacial.....	96
7.3.6 Modelagem estatística.....	97
8 DISCUSSÃO	101
9 CONCLUSÃO.....	112

REFERÊNCIAS	115
ANEXOS	128

APRESENTAÇÃO

"Se enxerguei mais longe foi porque estava sobre os ombros de gigantes."
(Isaac Newton)

Esta tese de doutorado é partícipe de um estudo multicêntrico intitulado “A mortalidade por tuberculose e sua relação com as iniquidades sociais: um estudo multicêntrico” (Processo FAPESP: 2015/17586-3) desenvolvido em diversos cenários do Brasil (Ribeirão Preto/SP, Natal/RN, São Luís/MA, Manaus/AM e Londrina/PR), coordenado pelo prof. Dr. Ricardo Alexandre Arcêncio em colaboração com pesquisadores nos mais variados contextos de pesquisa no Brasil e em outros países.

O meu interesse em integrar a pesquisa surgiu a partir do convite do pesquisador responsável, Dr. Ricardo Arcêncio, o qual foi meu orientador de mestrado e também o responsável pela introdução da pesquisa sobre a temática da tuberculose na minha vida acadêmica. Participar desse projeto desde o início se apresentou como um desafio, especialmente pelo caminho metodológico que ele propõe – estudar a mortalidade por tuberculose (TB) numa perspectiva da análise espacial.

Apreender o uso e aplicabilidade da metodologia espacial passou a ser então a primeira grande provocação para construção desta pesquisa. Nesse contexto, por intermédio do prof. Ricardo e de outros integrantes do grupo de pesquisa conheci o prof. Dr. Francisco Chiaravalloti Neto, coorientador do projeto, especialmente no que se refere ao método espacial. Com ele tive a oportunidade de iniciar e aprofundar os estudos sobre a metodologia, a qual, apesar de deveras desafiadora, passou a ser uma grande paixão.

Ademais, analisar a problemática da mortalidade por tuberculose fazendo uso de metodologias espaciais demonstra ser bastante coerente, uma vez que torna possível a visualização em mapas da situação da tuberculose no município do estudo e, além disso, permite conhecer quais fatores sociais relacionados aos locais de residência dos indivíduos estão imbricados com o óbito por TB.

O inquietador e impulsionador deste estudo refere-se, justamente, à persistência da doença no cenário mundial, uma doença há muito conhecida, com tratamento efetivo e disponibilizado de modo gratuito pelos serviços de saúde. Contudo, paradoxalmente, persiste e causa adoecimento, sofrimento e morte, sendo atualmente a principal causa de óbito entre as doenças infectocontagiosas.

Assim, o trabalho se apresenta como um instrumento que intenta apresentar a como os determinantes sociais explicam a mortalidade por TB, e que por este motivo devem ser levados em consideração para planejamento e implementação de ações de controle da TB, não somente no cenário do estudo, mas em outras regiões do Brasil e do

mundo, as quais compartilham da mesma problemática de desigualdade social e pobreza.

Nesse sentido, vale a pena destacar que os resultados da investigação já estão sendo apresentados em eventos nacionais e internacionais, bem como no formato de quatro artigos científicos, construídos e encaminhados para publicação à medida que as etapas da pesquisa foram concluídas.

Destaca-se que a tese foi dividida em capítulos, sendo o primeiro referente à introdução, na qual apresentamos o problema da pesquisa; o segundo destina-se a mostrar como o tema está sendo tratado pela literatura vigente e qual as lacunas de conhecimento ainda existentes sobre ele. O terceiro traz os objetivos da investigação, enquanto que o quarto se propõe a apresentar o embasamento teórico para a construção da pesquisa. No quinto capítulo, estão os métodos do trabalho, já o sexto se propôs a ostentar os resultados obtidos e no sétimo mostramos a discussão desses resultados por meio da literatura científica. Para finalizar, no oitavo capítulo exibimos o epílogo da investigação.

1. INTRODUÇÃO

“Às vezes, o que precisamos está tão próximo... Passamos, olhamos, mas não enxergamos. Não basta apenas olhar. É preciso saber olhar com os olhos, enxergar com a alma e apreciar com o coração. O primeiro passo para existir é imaginar. O segundo é nunca se esquecer de que querer fazer é poder fazer, basta acreditar”

(Pedro Bial)

A tuberculose (TB) continua sendo um grave problema de saúde global, sendo a causa de adoecimento de milhões de pessoas a cada ano e classificada como a principal causa de morte por doenças infecciosas em todo o mundo e uma das dez principais causas de morte, estando à frente de doenças como VIH (Vírus da Imunodeficiência Humana) e malária (WHO, 2016).

Mesmo de diagnóstico simples, tratamento e vacina disponível para prevenção das formas mais graves, a doença permanece como um desafio para as políticas públicas de saúde, obedecendo a todos os critérios de priorização de um agravamento em saúde pública, ou seja, de grande magnitude, transcendência e vulnerabilidade (BRASIL, 2011a; CECILIO et al., 2013) e merece especial atenção dos profissionais de saúde e da sociedade como um todo.

De acordo com os últimos dados incluídos no relatório da Organização Mundial de Saúde (OMS), em 2015 ocorreram, mundialmente, cerca de 10,4 milhões de casos novos de TB, desses, 5,9 milhões eram homens, 3,5 milhões eram do sexo feminino e um milhão era criança.

Quanto à mortalidade, ocorreu 1,8 milhão de mortes pela doença, a taxa de letalidade atingiu valores acima de 20,0% em países africanos. Outro dado relevante refere-se à notificação da doença às autoridades competentes, dos 10,4 milhões de casos novos, apenas 6,1 milhões foram notificados (WHO, 2016).

A OMS também aponta que 20 países concentram cerca de 84,0% dos casos da doença, o Brasil ocupa a 20ª posição em número de casos, exibindo incidência de 41 casos em 100.000 habitantes e mortalidade de 2,7 óbitos por 100.000 habitantes, tornando-se um dos países prioritários para a eliminação da doença (WHO, 2016; BRASIL, 2015).

Ademais, encontra-se entre os países com percentuais de conclusão de tratamento abaixo das metas recomendadas, estimado em 71,9% em 2015, quando o esperado é de no mínimo 85,0%. Em 2015, o país apresentou uma redução em 50,0% da prevalência e das taxas de mortalidade por TB quando comparado aos coeficientes de 1990, período em que a doença foi considerada emergência global. (BRASIL, 2015). Mundialmente, a taxa de mortalidade por tuberculose (mortes por 100 000 habitantes por ano) caiu em 22,0% entre 2000 e 2015 (WHO, 2016).

Entretanto, apesar do declínio nos índices de mortalidade por TB no Brasil e no mundo, o número de mortes ainda é grande, dado que a maioria desses casos é

prevenível, desde que as pessoas tenham acesso aos cuidados de saúde e, assim, a um diagnóstico precoce e tratamento correto (WHO, 2013).

Neste sentido, a OMS vem implementando políticas para controle e eliminação da TB. Em 1994, quando a doença foi declarada como emergência global, foi lançada a Estratégia DOTS (*Directly Observed Treatment Short-Course*), a qual possuía como metas a cura de 85,0% dos casos novos com baciloscopia positiva e detecção de 70,0% dos casos existentes até o ano 2000. Tal estratégia apresentou avanços consideráveis no que se refere ao controle da TB, contudo a OMS julgou necessário a adoção de novas medidas mais efetivas para o controle TB. Neste sentido, em 2001 a OMS propôs uma nova estratégia, denominada *STOP TB*, que em consonância com as Metas de Desenvolvimento do Milênio, objetivava reduzir até 2015 em 50,0% a prevalência e as mortes decorrentes por TB em relação ao ano de 1990. No entanto, a meta foi quase cumprida, uma vez que em 2015 a incidência e mortalidade foram, respectivamente, 42,0% e 47,0% menores em relação ao ano de 1990 (WHO, 2014; UPLEKAR et al., 2015).

Diante desse contexto, em 2014, a OMS estabeleceu, de acordo com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, a estratégia *End TB*, que tem como objetivo a redução de 95,0% da mortalidade e 90,0% na incidência para o ano de 2035, considerando os indicadores de 2015 (WHO, 2015). Para tanto, a OMS aponta que a eliminação da doença está baseada em três pilares: 1- Integração dos cuidados e prevenção centrada no paciente; 2- Políticas ousadas e sistemas de informações integrados, incluindo ações de proteção social aos pacientes e recomendação de acesso universal à saúde e 3- Intensificação das pesquisas e ações de inovação, e a incorporação de novas tecnologia (MACIEL, 2016).

Outrossim, vale destacar que a TB faz parte da lista de causas de mortes evitáveis (5 a 74 anos de idade) por intervenções do Sistema Único de Saúde do Brasil (SUS), as quais são caracterizadas como aquelas preveníveis, total ou parcialmente, através de ações efetivas dos serviços de saúde que estejam acessíveis em local e época determinados (MALTA et al., 2011). Dessa forma, o óbito por TB pode ser considerado um evento sentinela, pois aponta para a fragilidade nos cuidados de saúde oferecidos pelos serviços de saúde, além de representar uma ocasião para identificação dos determinantes da doença (BRASIL, 2017).

Dentre as diferentes estratégias consideradas para ampliação do acesso das pessoas com tuberculose está o próprio processo de descentralização previsto pelo

Sistema Único de Saúde (SUS). A literatura tem mostrado avanços da Estratégia de Saúde da Família (ESF) em relação à qualificação do sistema, superação das fragmentações das políticas e programas por meio da rede regionalizada de suas ações, porém isto ainda não tem sido suficiente para impactar nas taxas da doença (SCATENA et al., 2009). Em 2013, nas capitais dos estados brasileiros, apenas 61,3% dos casos de TB notificados foram acompanhados por estabelecimentos de Atenção Primária à Saúde (APS) (BRASIL, 2015).

A proposta é conferir maior resolutividade e efetividade desses sistemas no atendimento às demandas do doente de TB, com reforço às ações pautadas no modelo de vigilância em saúde e promoção da saúde (CAMPINAS; ALMEIDA, 2004), pressupondo-se que a APS seja a porta de entrada da população aos sistemas de serviços de saúde, permitindo o diagnóstico precoce da TB e melhor prognóstico no horizonte clínico da doença, com menos gastos para os sistemas de serviços de saúde e qualidade de vida para a população. Uma vez que, pela proximidade com os locais de residência dos pacientes, os profissionais da APS têm a possibilidade de estabelecer cuidados que atendam às especificidades dos indivíduos, de acordo com a sua inserção social no território (BRASIL, 2015).

Nessa perspectiva, Queiroga et al. (2012) chamam a atenção para o fato de a TB ser uma doença reconhecidamente de determinação social, seu enfrentamento não pode ser reduzido a procedimentos típicos do enfoque bacteriológico, principalmente nos dias atuais, quando se aprofundam as desigualdades sociais. Portanto, apenas a garantia da medicação e a observação da ingesta do medicamento não são medidas suficientes para controlá-la.

Sendo assim, embora, de modo geral, a saúde das pessoas tenha melhorado nos últimos tempos, o que se observa é que essa situação é privilégio de grupos mais favorecidos economicamente (SANTOS et al., 2007) e não representa a realidade de toda população. Especificamente em relação à TB, percebe-se que a doença ainda permanece debilitando e acarretando sofrimento humano em determinados segmentos da população, que apresentam precárias condições de vida, de ambiente e de trabalho (LÖNNROTH et al., 2010).

Assim, estreitamente relacionada com a pobreza, a TB está associada também com a exclusão social e a marginalização de parte da população submetida às más condições de vida, como moradia precária, desnutrição e dificuldade de acesso aos

serviços e bens públicos. Desse modo, configura-se como uma das principais doenças a serem enfrentadas no Brasil e no mundo (BRASIL, 2014).

Desde o início do século vêm se prospectando projetos na saúde coletiva para o novo milênio visando à superação de doenças da pobreza, como a TB, contudo, são grandes os desafios em âmbito nacional para um cenário livre dessas doenças. Há um consenso entre estudiosos de que a TB somente será vencida quando o país alcançar um patamar de melhor distribuição de renda, recursos na saúde e de justiça social (STOP TB, 2014).

Outrossim, de acordo com a OMS, mais de 95,0% dos casos e mortes por TB ocorrem nos países em desenvolvimento (WHO, 2016) e, historicamente, a distribuição da tuberculose entre as populações tem sido associada com as condições socioeconômicas (HARLING; EHRLICH; MYER, 2008). A literatura evidencia que a pobreza é um importante determinante da mortalidade por TB (NAGAVACI et al., 2016), pois fatores de risco da doença, tais como a aglomeração de pessoas em ambientes mal ventilados, subnutrição, baixo conhecimento sobre saúde, exposição ao HIV, tabagismo e álcool, além das dificuldades de acesso aos serviços de saúde estão intimamente relacionados às populações que vivem em situação de pobreza (WHO, 2016).

Ademais, a redução mais acentuada na incidência e mortalidade pela doença foi registrada em lugares onde o crescimento econômico foi acompanhado por reformas do setor social e da saúde, atrelado a avanços médicos importantes (LÖNNROTH et al., 2010). Desta maneira, melhorar as condições de vida implica em declínio do número de óbitos por TB (BERGONZOLI et al., 2016).

De acordo com Maciel (2016), no Brasil, nos últimos dez anos, o número de casos tem caído em média 2,0% ao ano. Sendo assim, para que os objetivos propostos pela OMS com a estratégia *End TB* sejam atingidos, ter-se-ia de reduzir a incidência a um percentual de 10,0% ao ano, durante os próximos 20 anos. O que, certamente, aponta para a necessidade de proposição de novas estratégias.

Nesse contexto, autores afirmam que, para que os objetivos desta ambiciosa meta sejam cumpridos, o controle da TB em um país não poderá ser somente de programas específicos ou do Ministério da Saúde (MS), mas sim deve haver também a mobilização de setores relacionados a finanças, educação, alimentação, habitação, assistência social, justiça, trabalho e migração, de modo que todos possam ser responsáveis pelos resultados relacionados ao controle da doença no país. Além disso,

os pesquisadores chamam a atenção para a importância de investimentos sem precedentes na pesquisa e inovação, de modo que novos métodos e abordagens sejam desenvolvidos e amplamente acessíveis em nível mundial (UPLEKAR et al., 2015)

Nessa perspectiva, diante da estreita relação entre a mortalidade por TB e as condições de vida das populações, supõe-se que a distribuição dos óbitos em um território não seja aleatória, ocorrendo de forma incisiva em grupos em maior desvantagem social, isto é, determinada pelos locais onde os indivíduos residem. Sendo assim, a análise da distribuição dos óbitos por TB e sua correlação espacial com o contexto socioeconômico torna-se primordial para o conhecimento da realidade vivenciada, com vistas à implementação de ações e/ou intervenções consoantes com os principais problemas identificados.

Desse modo, há evidência suficiente para levantar as hipóteses: primeiro, de que a mortalidade por TB não seja um fenômeno aleatório no espaço, havendo um padrão de distribuição com formação de aglomerados; e, segundo, de que áreas com desenvolvimento social se apresentem com poucos ou nenhum caso de morte por TB.

O espaço, como objeto de análise em estudos sobre a mortalidade por TB, é de suma importância, haja vista que, conforme a literatura, há áreas em que, por mais hostil que seja o ambiente em termos de vulnerabilidade social e pobreza, a coesão social que existe nessas localidades faz que esses indivíduos estejam mais protegidos e cuidados, do que outras regiões onde não há coesão social (CURTIS, 2004; FIORATI et al., 2016). Assim, de forma geral, os estudos vêm mostrando relação da TB com os determinantes sociais, mas sem se atentar para a dimensão espaço; contudo, entende-se como importante considerar a dimensão espaço conjuntamente aos fatores sociais.

Curtis (2009) evidencia que as variações no tempo e espaço expõem a saúde da população a vários riscos e que as variações nos padrões de saúde seriam mais determinadas pelos locais onde as populações residem do que propriamente pelas características de cada indivíduo. Segundo a autora, em áreas com elevado índice de privações sociais, a saúde da população é muito pior do que seria esperado para os seus atributos individuais isoladamente.

Assim, diante da compreensão de que os determinantes sociais afetam a saúde da população e reconhecendo o impacto e a influência no desenvolvimento, evolução e progressão para óbito por TB, considerou-se na presente pesquisa a necessidade da adoção de um desenho de estudo que pudesse contemplar tal complexidade. Neste sentido, Paim (1997) ressalta a importância da categoria espaço/território como

alternativa metodológica para estabelecer uma aproximação entre condições sociais e de saúde.

Desse modo, no movimento de construção da pesquisa optou-se pela abordagem do espaço e, portanto, uma análise espacial da distribuição da mortalidade por TB. Segundo Queiroga et al. (2012), a difusão espacial e temporal permitem compreender as ocorrências das doenças endêmicas e dos fenômenos sociais de forma profícua, possibilitando a identificação de sua associação com características locais.

Ferreira (2008) complementa, afirmando que compreender a distribuição espacial de dados oriundos de fenômenos ocorridos no espaço constitui um grande desafio para a elucidação de questões relacionadas a diversas áreas do conhecimento, dentre elas a saúde.

Nessa perspectiva, técnicas de geoprocessamento permitem localizar e visualizar na organização espacial dos territórios a reprodução das assimetrias sociais, revelando particularidades de grupos nas formas de adoecer de TB, podendo-se verificar a partir delas a associação espacial entre eventos nos territórios (MEDRONHO et al., 2009).

Baseados nessa premissa, estudos que abordam a análise espacial e que utilizam informações de indicadores sociais e de mortalidade contribuem para a estruturação e análise de riscos socioambientais, e na identificação de áreas mais vulneráveis à ocorrência da TB (MANFRÉ; LOURENÇO; DONALISIO, 2010).

Para Sousa e Pinheiro (2011), a análise dos óbitos por TB permite traçar o perfil da tuberculose no país e acompanhar o indivíduo em diferentes situações da doença, além de possibilitar análises adicionais sobre a vigilância dos casos e da acessibilidade das pessoas afligidas pela doença aos serviços de saúde. Santos Júnior e Pereira (2011) acrescentam ainda que o estudo da dinâmica da mortalidade de uma doença serve para estudar quantitativamente o comportamento dela na população e, portanto, levantar hipóteses quanto à efetividade das intervenções realizadas.

Sendo assim, a análise da distribuição da mortalidade por TB aliada à identificação dos seus determinantes sociais na população, no espaço e no tempo tornam-se primordiais ao controle da doença e, conseqüentemente, para a redução dos óbitos em decorrência dela. Uma vez que propiciam o conhecimento da realidade vivenciada por grupos populacionais específicos com vistas à implementação de ações e/ou intervenções, consoantes com os principais problemas identificados.

2. REVISÃO DA LITERATURA COM ABORDAGEM SISTEMÁTICA

“A verdadeira viagem de descobrimento não consiste em procurar novas paisagens, mas em ter
novos olhos.”

(Marcel Proust)

Estudos sobre mortalidade se configura como uma das principais fontes de informação sobre a saúde das populações, uma vez que viabiliza o conhecimento sobre os indicadores de saúde e identifica grupos de indivíduos mais vulneráveis ao óbito por determinadas doenças. Desta forma, permite avaliação dos indicadores sociais e serve para embasar o planejamento, implementação e avaliação das ações de saúde (LIMA, 2015). Aliado a isso, a relação ente o espaço geográfico e a mortalidade por TB possibilitam a identificação de locais que apresentam prioridade no que se refere as intervenções das políticas públicas (PENSO, PÉRICO, 2016).

Assim, as análises da distribuição dos óbitos por TB aliada à identificação dos seus determinantes na população no espaço tornam-se primordiais para o conhecimento da realidade vivenciada, com vistas à implementação de ações e/ou intervenções consoantes com os principais problemas identificados. Baseado nessa premissa, realizou-se uma revisão da literatura com abordagem sistemática com intuito conhecer a relação espacial da mortalidade por tuberculose e os fatores socioeconômicos.

Para tanto, utilizaram-se os instrumentos *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA) e o *Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology* (STROBE) para responder à questão de pesquisa, bem como para nortear as buscas e a eleição dos artigos a serem revisados na análise.

A busca na literatura foi realizada nas bases de dados LILACS (Literatura Latino-Americana em Ciências da Saúde), *Public Medline or Publisher Medline* (PubMed) e SCIELO (*Scientific Electronic Library Online*), durante o mês de março de 2017. Com intuito de incorporar um número significativo de estudos na revisão, como critérios de inclusão (SAMPAIO; MANCINI, 2007), definiu-se que seriam incluídas pesquisas indexadas no período entre 1º de janeiro de 2002 e 28 de fevereiro de 2017, nos idiomas inglês, português e espanhol e que se apresentassem disponíveis em texto completo. Foram excluídos os estudos publicados nos formatos de tese, dissertação e notas editoriais.

No concernente à seleção dos descritores para a revisão, inicialmente foi realizada uma consulta aos Descritores em Ciências da Saúde (DECS) e aos *Medical Subject Headings* (MeSH). Após escolha e confirmação da existência dos descritores, foi utilizada na busca dos trabalhos a combinação dos termos “tuberculose”, “fatores socioeconômicos” e “análise espacial” e em inglês “*tuberculosis*”, “*socioeconomics factors*” e “*spatial analysis*”, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Número de artigos identificados por combinação dos descritores e base de dados, antes e depois da aplicação dos critérios de elegibilidade

Descritores	Base de dados					
	LILACS		PUBMED		SCIELO	
	Antes	Depois (%)	Antes	Depois (%)	Antes	Depois (%)
Tuberculose <i>and</i> Fatores Socioeconômicos <i>and</i> Análise espacial/ <i>Tuberculosis and socioeconomics factors and spatial analysis</i>	1	0	49	3 (6,1)	8	0
Tuberculose <i>and</i> Mortalidade <i>and</i> Análise espacial/ <i>Tuberculosis and Mortality and Spatial Analysis</i>	1	0	34	1(2,9)	5	2(40,0)
Tuberculose <i>and</i> Mortalidade <i>and</i> Fatores Socioeconômicos/ <i>Tuberculosis and Mortality and Socioeconomics Factors</i>	28	4(14,2)	632	10(1,5)	5	0
Total	30	4(13,3)	715	14(1,9)	18	2(11,1)

Após efetivação da primeira fase de busca, de acordo com as combinações dos descritores, para a fase de seleção e análise dos artigos, em princípio, excluíram-se os artigos repetidos. Em seguida, realizou-se a leitura dos títulos e resumos, com exclusão dos trabalhos que não apresentavam relação com a temática em questão (MOHER et al., 2009). Ao término, atingiu-se um *corpus* de 20 artigos. Todo o processo de seleção dos manuscritos, baseado no PRISMA (2009), é apresentado na Figura 1.

Figura 1 – Diagrama de fluxo relacionado ao processo de seleção dos artigos

Para caracterizar os trabalhos incluídos na revisão sistemática construiu-se um formulário específico, no qual foram registradas informações referentes ao título do estudo, autores, ano de publicação, local, tipo de estudo, se utilizou metodologias espaciais, objetivos e principais resultados relacionados à temática da questão norteadora. Em seguida, um quadro sinóptico foi elaborado com o intuito de apresentar a caracterização dos estudos selecionados (Quadro 1).

Quadro 1 – Síntese dos estudos selecionados a partir da revisão da literatura

Título	Autores e ano	Local	Tipo de estudo	Métodos espaciais	Objetivos do estudo	Principais resultados
Distribuição espacial da mortalidade por tuberculose em Salvador, Bahia, Brasil	Mota et al., 2003	Salvador/Bahia, Brasil	Estudo ecológico	Sim	Descrever a distribuição espacial da mortalidade por tuberculose em Salvador nos anos de 1991, 1994 e 1997.	A desigualdade da mortalidade por tuberculose entre os Distritos Sanitários (DS) foi muito acentuada (3 a 4 vezes em algumas situações). De modo geral, os DS que possuíam os coeficientes padronizados mais elevados abrangeram áreas situadas na periferia da cidade, onde grande parte das famílias habita em condições de vida precárias.
Factors associated with treatment failure, dropout, and death in a cohort of tuberculosis patients in Recife, Pernambuco State, Brazil	Albuquerque et al., 2007	Recife/Pernambuco, Brasil	Coorte	Não	Investigar os fatores biológicos, clínicos, sociais, de estilo de vida e de acesso à saúde associados a três resultados negativos do tratamento da tuberculose (falha do tratamento, abandono e morte) separadamente e em grupo.	A mortalidade por tuberculose (TB) foi associada com a idade, o atraso no tratamento, coinfeção por HIV e o rendimento da família. Na análise univariada, entre os fatores socioeconômicos, o desemprego e a baixa renda para o chefe de família foram associados à morte por TB. No modelo multivariado final as variáveis faixa etária, atraso no tratamento, coinfeção por HIV e baixa renda para o chefe de família foram associadas ao óbito por TB.
Fatores associados ao óbito por tuberculose na zona leste da cidade de São Paulo, 2001	Pelaquin; Silva; Ribeiro, 2007	São Paulo/São Paulo, Brasil	Estudo descritivo	Não	Identificar os fatores socioeconômicos e epidemiológicos mais associados à evolução para óbito por TB, comparando-os com casos de TB que evoluíram para cura, nas subprefeituras de Cidade Tiradentes, Guaianazes, Itaquera e São Mateus, na zona leste do Município de São Paulo, no ano de 2001.	Os casos de óbito tiveram associação estatisticamente significativa com sexo masculino, idade maior que 50 anos, escolaridade menor que 3 anos, alcoolismo e desemprego. A associação de alcoolismo, desemprego e idade superior a 50 anos em um mesmo paciente aumentou 25 vezes a chance de evoluir para óbito.

continua...

Título	Autores e ano	Local	Tipo de estudo	Métodos espaciais	Objetivos do estudo	Principais resultados
Associação entre carência social e causas de morte entre idosos residentes no Município de Recife, Pernambuco, Brasil	Silva et al., 2008	Recife/ Pernambuco, Brasil	Estudo ecológico	Não	Analisar a associação entre carência social e causas de morte da população idosa residente na cidade do Recife/Pernambuco, Brasil.	Dentre as doenças infecciosas e parasitárias, a tuberculose pulmonar é a principal causa de morte entre idosos de Recife. A mortalidade por TB apresenta correlação positiva com a carência social ($r = 0,32$) e encontrou-se aumento gradativo do risco de morte concomitante ao aumento da carência social.
Demographic, health services and socioeconomic factors associated with pulmonary tuberculosis mortality in Los Altos Region of Chiapas, Mexico	Nájera-Ortiz et al., 2008.	Los Altos/Chiapas, México	Coorte	Não	Analisar a mortalidade por tuberculose pulmonar (PTB) de uma coorte de pacientes da Região de Los Altos, Chiapas, que foi diagnosticada com PTB entre 1º de janeiro de 1998 e 31 de dezembro de 2002; identificar fatores demográficos, socioeconômicos e de utilização de serviços de saúde associados à morte por PTB.	Os fatores associados à morte por PTB foram: ter 45 anos ou mais; 0 a 3 anos de estudo; trabalhar na agricultura; não residir nas principais aldeias do seu município, viver em comunidade rural; não ter recebido o Tratamento Diretamente Observado e não ter completado o tratamento.
Mortality in successfully treated tuberculosis patients in southern Ethiopia: retrospective follow-up study	Datiko; Lindtjørn, 2010.	Sidama, Ethiopia	Coorte retrospectiva	Não	Medir a mortalidade em pacientes com TB após a conclusão do tratamento sob a estratégia DOTS.	Um total de 725 doentes com foi seguido; desses, 91,1% estavam vivos e 8,9% haviam morrido. A taxa de mortalidade foi de 2,5% ao ano. Sexo, idade e ocupação foram associados com alta mortalidade.
An analysis of spatial and socio-economic determinants of tuberculosis in Hermosillo, Mexico, 2000–2006	Álvarez-Hernández et al., 2010.	Hermosillo, Mexico	Estudo ecológico	Sim	Descrever a distribuição da tuberculose na cidade de Hermosillo e identificar se a distribuição está associada a <i>status</i> socioeconômico baixo.	Durante o período do estudo, a incidência foi de 18,2/100 000 e a mortalidade foi 1,6/100 000. A taxa de mortalidade mais elevada (2,5 / 100 000) ocorreu nas áreas de geoestatística básica com alta privação social. A mortalidade por TB apresentou autocorrelação espacial.

continuação...

Título	Autores e ano	Local	Tipo de estudo	Métodos espaciais	Objetivos do estudo	Principais resultados
Treatment default and death among tuberculosis patients in Hunan, China.	Abuaku et al., 2010.	Hunan, China	Estudo transversal	Não	Elucidar alguns dos fatores de risco para a não completude do tratamento e morte entre pacientes com tuberculose (TB) em Hunan, China.	A mortalidade por Tuberculose foi significativamente associada ao grupo etário, à classificação do paciente e ao modo de tratamento. Não apresentou significância estatística com o produto interno bruto <i>per capita</i> .
Space-time confounding adjusted determinants of child HIV/TB mortality for large zero inflated data in rural South Africa	Musenge; Vounatsou; Kahn, 2011	Mpumalanga, África do Sul	Estudo transversal	Sim	Avaliar fatores de risco de mortalidade infantil HIV/TB, levando em consideração a presença de correlação espacial.	Um total de 187 mortes foi relacionado com HIV/AIDS e Tuberculose, com uma taxa de mortalidade de 3,15 mortes por 1000 pessoas/ano. Os resultados finais do modelo apresentaram nove preditores de mortalidade infantil: sexo, nacionalidade da criança, óbito da mãe, sexo do chefe de família, ano, visitas à clínica pré-natal, situação socioeconômica, ordem de nascimento e número de óbitos na família. As famílias economicamente mais favorecidas têm 62% menos probabilidade de ter uma morte infantil em comparação com as famílias mais pobres.
Inequalities in Mortality From Infectious Diseases and Tuberculosis by the Level of Education in Lithuania.	Kaselienė,; Kalėdienė, 2011.	Lituânia	Estudo ecológico	Não	Avaliar as mudanças nas desigualdades na mortalidade por doenças infecciosas e tuberculose por nível educacional entre homens e mulheres na Lituânia.	As mortes por tuberculose representaram a maioria das mortes por doenças infecciosas. A mortalidade por doenças infecciosas e tuberculose entre as pessoas com educação primária foi maior do que entre as pessoas com educação universitária.
Predictors of poor outcomes among patients treated for multidrug-resistant tuberculosis at DOTS-plus projects	Kurbatova et al., 2012.	Estônia, Letônia, Filipinas, Rússia e Peru	Coorte retrospectiva	Não	Identificar os fatores preditores de morte, falha e não completude do tratamento entre os pacientes com tuberculose multirresistente tratados com drogas de segunda linha em projetos DOTS-plus na Estônia, Letônia, Filipinas, Rússia e Peru, 2000-2004.	Os fatores preditores independentes do óbito por TB incluíram: idade maior que 45 anos, infecção pelo HIV, doença extrapulmonar, índice de massa corpórea, uso prévio de fluoroquinolonas, resistência a qualquer tioamida, esfregaço basal positivo, resistência a qualquer fluoroquinolona tioamida e nenhuma conversão de cultura no 3º mês, desemprego, falta de moradia, prisão e abuso de álcool.

continuação...

Título	Autores e ano	Local	Tipo de estudo	Métodos espaciais	Objetivos do estudo	Principais resultados
The contribution of spatial analysis to understanding HIV/TB mortality in children: a structural equation modelling approach	Musenge et al., 2013.	Mpumalanga, África do Sul	Estudo transversal	Sim	Investigar os determinantes da mortalidade por HIV/TB em crianças com idade entre 1 e 5 anos e sua distribuição espacial no subdistrito rural da África do Sul..	Das 6.692 crianças com idades entre 1 e 5 anos, 54 morreram de HIV/TB. A morte materna teve o maior efeito na mortalidade infantil HIV/TB (razão de chance ajustada de 4,00; intervalo de confiança de 95%: 1,01 ± 15,80). Um efeito protetor foi encontrado em domicílios com melhor condição socioeconômica e quando a criança era mais velha. Modelos espaciais revelaram que as áreas que sofreram a maior mortalidade infantil HIV/TB foram aquelas sem qualquer estabelecimento de saúde.
Prognostic factors associated with mortality before and during anti-tuberculosis treatment.	Yen et al., 2013.	Taipei, Taiwan	Coorte retrospectiva	Não	Identificar os fatores prognósticos associados com a mortalidade antes e durante o tratamento antituberculínico entre os anos de 2005 e 2010.	Durante os 6 anos do estudo 4509 casos com cultura positiva para tuberculose pulmonar (TBP) em maiores de 18 anos foram reportados. Desses, 3407 tiveram sucesso no tratamento, 238 morreram antes do tratamento, 401 foram a óbito com 8 semanas ou menos de tratamento e 392 faleceram com mais de 8 semanas de tratamento. Dentre os fatores associados à mortalidade por TBP, ter ensino médio ou superior reduziu o risco de morte antes do início e durante o tratamento. O aumento do desemprego aumenta o risco de mortalidade durante tratamento.
Overall and cause-specific mortality among patients with tuberculosis and multidrug-resistant tuberculosis	Blöndal et al., 2013.	Estônia	Estudo transversal	Não	Avaliar a mortalidade global e por causa específica entre os pacientes com tuberculose (TB) e multidroga resistentes (MDR-TB) na Estônia.	Pacientes com diagnóstico de TB e MDRTB tinham um risco aumentado de mortalidade por todas as causas. A taxa de mortalidade ajustada por todas as causas entre os diagnosticados com TB foi 5,30 nos homens e 10,00 nas mulheres. O risco relativo de óbito por TB foi maior entre os pacientes com MDR-TB e nas mulheres. Menor escolaridade e etnia estrangeira contribuíram para o maior risco de mortalidade.

continuação...

Título	Autores e ano	Local	Tipo de estudo	Métodos espaciais	Objetivos do estudo	Principais resultados
Análise espacial dos óbitos por tuberculose pulmonar em São Luís, Maranhão	Santos-Neto et al., 2014	São Luís/Maranhão, Brasil	Estudo ecológico e exploratório	Sim	Caracterizar os óbitos por TBP ocorridos em São Luís/MA no período entre 2008 e 2012 segundo variáveis sociodemográficas e operacionais, verificar se houve diferenças entre os óbitos confirmados por necropsia (ou não) no tocante às variáveis investigadas e, por fim, estimar as áreas geográficas do município mais vulneráveis à ocorrência desses óbitos.	A maioria dos óbitos ocorreu em indivíduos do sexo masculino, de raça/cor parda e solteiros e a maior proporção tinha o ensino fundamental completo, enquanto que a ocupação mais frequente foi a de serviços gerais. O mapa temático por densidade de pontos demonstrou uma heterogeneidade na distribuição espacial dos óbitos no município.
Análisis de la mortalidad por tuberculosis en Medellín, 2012	Villa et al., 2014	Medellín, Colômbia	Estudo descritivo	Não	Descrever as características sociodemográficas, clínicas, de diagnóstico e tratamento de pacientes que morreram por tuberculose em Medellín, em 2012.	O número de mortes foi de 93, das quais 32 (34,4%) foram confirmadas como mortes por tuberculose como causa básica e 23 (24,7%) como associadas com esta doença. Fatores de risco sociais, como ser um morador da rua, usar droga ou a falta de residência fixa foram encontrados em 32 casos (58,1%).
Changing use of traditional healthcare amongst those dying of HIV related disease and TB in rural South Africa from 2003–2011: a retrospective cohort study.	Mee et al., 2014.	Mpumalanga, África do Sul	Estudo ecológico	Sim	Analisar as diferenças entre a prevalência do uso de cuidados de saúde tradicionais entre todos os óbitos por HIV e tuberculose pulmonar, além de outras mortes por outras condições ao longo do tempo.	De um total de 5929 mortes, 47,7% foram causadas por HIV ou tuberculose pulmonar. O uso do cuidado de saúde tradicional apresentou declínio entre todos os óbitos, com maior uso pelas pessoas que morreram por HIV e/ou TB do que pelos que morreram por outras doenças. Na análise bivariada, alto uso dos cuidados de saúde tradicionais foi associado com a origem moçambicana, baixo nível educacional, mortes entre 2003 e 2005, duração da doença e aumento da mortalidade domiciliar.

continuação...

Título	Autores e ano	Local	Tipo de estudo	Métodos espaciais	Objetivos do estudo	Principais resultados
Características epidemiológicas dos casos de óbito por tuberculose e territórios vulneráveis	Yamamura et al., 2015	Ribeirão Preto/São Paulo, Brasil	Estudo ecológico	Sim	Caracterizar as diferenças do perfil clínico e epidemiológico dos casos de óbitos que tiveram a tuberculose como causa básica e causa associada, e analisar a distribuição espacial dos casos de óbito por tuberculose nos territórios de Ribeirão Preto/SP.	Dos casos de óbito por tuberculose, em 50 foi a causa básica e em 64, associada. A distribuição espacial, em ambos os eventos, não ocorreu de forma aleatória, formando <i>clusters</i> em regiões do município.
Tendencias de mortalidad y riesgo de muerte por tuberculosis pulmonar en las 7 regiones socioeconómicas y los 32 estados de México, 2000-2009.	Sánchez-Barriga, 2015.	México	Estudo ecológico	Não	Determinar as tendências das taxas de mortalidade por TB em nível nacional, por estados e regiões socioeconômicas; estabelecer o risco relativo da escolaridade, condições de moradia e da região socioeconômica com a mortalidade por TB no período de 2000 a 2009.	As taxas de mortalidade por tuberculose pulmonar ajustadas pela idade diminuíram de 4,1 para 2 por 100.000 entre 2000 e 2009. A mortalidade foi superior nos homens, além disso o risco relativo de morrer por TBP foi maior nas pessoas que não completaram os anos primários de estudo. As maiores taxas de mortalidade foram apresentadas por regiões do país que possuem as condições socioeconômicas menos favoráveis.
Tuberculosis Mortality and Living Conditions in Bern, Switzerland, 1856-1950.	Zürcher et al., 2016.	Berna, Suíça	Estudo ecológico	Sim	Estudar as condições de mortalidade por TB e de vida em Berna entre 1856 e 1950.	As taxas de mortalidade por tuberculose apresentaram decréscimo, passando de 330 para 33 por 100.000 hab. A mortalidade por TB foi maior no Black Quarter e no centro da cidade em relação à periferia e está positivamente correlacionada com o número de pessoas por quarto e percentagem de quartos sem luz solar, e negativamente com o número de janelas por apartamento.

Quanto à caracterização dos artigos incluídos na revisão, no que refere ao local de realização do estudo seis (30,0%) transcorreram no Brasil; três (15,0%), no México; três (15,0%), na África do Sul; e um, (5,0%) em cada um dos seguintes países: Etiópia, China, Taiwan e Rússia. Concernente aos idiomas dos estudos, 13 (65,0%) foram publicados em inglês; cinco (25,0%), em português; e dois (10,0%) em espanhol.

No que diz respeito ao ano de publicação, um (5,0%) foi publicado em 2003; dois (10,0%), em 2007; dois (10,0%), em 2008; três (15,0%), em 2010; dois (10,0%), em 2011; um (5,0%), em 2012; três (15,0%), em 2013; três (15,0%), em 2014; dois (10,0%), em 2015; e um (5,0%), em 2016. Relativo ao tipo de estudo, todos possuíam delineamento quantitativo, sendo nove (45,0%) ecológicos; cinco (25,0%), de coorte; dois (10,0%), descritivos; e quatro (20,0%), transversais. No tocante ao uso de metodologias espaciais, oito (40,0%) apresentaram alguma técnica espacial para análise dos seus dados.

Dessa forma, percebe-se que, no tocante aos cenários dos estudos, com exceção do México e Taiwan, os demais países fazem parte da lista da OMS dos 20 países que agregam a maior carga em número absoluto de TB (WHO, 2016). Além disso, de acordo com a OMS os chamados BRICS (Brasil, Federação Russa, Índia, China e África do Sul), em conjunto, representam cerca de 50,0% dos casos mundiais de tuberculose. O que demonstra que, apesar da realização de pesquisas e identificação da persistência da mortalidade por TB nesses locais, ações eficazes para controle da TB ainda não foram implementadas.

Outra questão relevante observada é que, dentre os estudos que analisavam causas múltiplas de morte, entre as doenças infectocontagiosas a TB foi a principal causa de óbito (SILVA et al., 2008 e KASELIENĖ; KALĖDIENĖ, 2011), o que está de acordo com os dados atuais da OMS, que coloca a TB à frente do HIV no que se refere à principal causa de óbito por doenças infectocontagiosas (WHO, 2016).

De acordo com a questão norteadora da revisão da literatura, a relação entre mortalidade por tuberculose e fatores sociais foi apresentada por todos os estudos selecionados, contudo em apenas oito se fez uso de técnicas de análise espacial. Ademais, dentre os que utilizaram metodologias espaciais, com exceção do realizado por Mota et al. (2003), os demais foram publicados a partir de 2010, o que demonstra a utilização recente desses métodos. Neste sentido, Musenge et al. (2013) destaca que o uso de técnicas espaciais proporciona a formulação de modelos explicativos melhores para a mortalidade por TB do que os não espaciais. Além disso, os autores

ênfatizam que a apresentação em mapas permite aos formuladores de políticas o direcionamento e desenvolvimento de intervenções para os locais mais vulneráveis à ocorrência do óbito.

Os estudos de Mota et al. (2003), Santos-Neto et al. (2014) e Yamamura et al. (2015) apontaram que a distribuição espacial da mortalidade foi heterogênea, com formação de *clusters* em determinadas localidades. O que demonstra a desigualdade da mortalidade por tuberculose (MOTA et al., 2003), com maiores índices de mortalidade em indivíduos que convivem com altos índices de privação social (ÁLVAREZ-HERNÁNDEZ et al., 2010).

Dentre os fatores socioeconômicos, o mais citado em associação à mortalidade por TB foi a escolaridade. De acordo com as pesquisas (NÁJERA-ORTIZ et al., 2008; KASELIENË; KALËDIENË, 2011; YEN et al., 2013; BLÖNDAL et al., 2013, SANTOS-NETO et al., 2014; MEE et al., 2014; SÁNCHEZ-BARRIGA, 2015), a baixa escolaridade contribuiu para maior mortalidade por TB. O que é reflexo da precariedade das condições de vida, as quais aumentam a vulnerabilidade à TB, aumentando a incidência pela doença, bem como favorecendo a não adesão ao tratamento e, conseqüentemente, a ocorrência de óbito pela doença (SANTOS-NETO et al., 2014).

Dessa forma, a partir dos resultados da revisão apresentada, percebe-se que a relação entre a mortalidade por TB e os fatores socioeconômicos já foi amplamente estudada nos diferentes cenários mundiais, contudo, no que se refere à aplicação de metodologias espaciais para auxiliar o entendimento dessa associação, observa-se uma literatura ainda restrita. Assim, considerando que a saúde dos indivíduos é mais determinada pelo local onde eles residem do que por suas próprias características (CURTIS, 2004), novos estudos de óbitos por TB com abordagem espacial devem ser encorajados, de modo que, a partir de uma visão microrregional, se possa compreender a relação entre a TB e as condições sociais e, assim, ações profícuas de controle da doença possam ser implementadas.

3. JUSTIFICATIVA DO ESTUDO

"É preciso sentir a necessidade da experiência, da observação, ou seja, a necessidade de sair de nós próprios para aceder à escola das coisas, se as queremos conhecer e compreender."

(Émile Durkheim)

A mortalidade por TB tem sido associada a fatores tais como coinfeção com o vírus da imunodeficiência humana (VIH), multidrogarresistência, estigma social, dificuldade no acesso aos serviços de saúde, bem como relação íntima com os determinantes socioeconômicos e demográficos. Observa-se sua prevalência especialmente entre as subpopulações que vivem em situação de vulnerabilidade social, como nas regiões metropolitanas do país, onde estão presentes condições sanitárias que potencializam o risco de morte por TB, como alta densidade populacional e grande concentração de pobreza (SILVA; SOUZA e ALBUQUERQUE, 2016).

O Município de Natal/RN, considerado prioritário para controle da doença no país (BRASIL, 2011b), no ano de 2016 apresentou uma taxa de incidência de 38,9 casos/100.000 habitantes, e taxa de óbitos de 3,10 óbitos/100.000 habitantes, este último acima da média nacional. Um estudo que analisou a distribuição espacial dos casos de TB na cidade concluiu que os locais com maiores incidências da doença eram justamente os mais populosos, com aglomeração de residências, o que evidencia um crescimento urbano desordenado, e com uma situação socioeconômica precária (CAVALCANTE; SILVA, 2013).

Nesse sentido, para a presente investigação considerou-se relevante compreender como o desenvolvimento social afeta o risco de morrer por TB. Assim sendo, vislumbrando que os dados gerados sobre óbitos na perspectiva dos fatores sociais possam subsidiar o delineamento das estratégias de controle, de maneira a contribuir para a compreensão dos desafios do SUS na redução de agravos como a TB e assim alcançar a meta da OMS de redução em 95,0% dos óbitos, é que se pretende analisar a distribuição espacial dos óbitos por TB em Natal/RN e sua relação com os indicadores sociais neste município.

Para tanto, julgou-se pertinente o uso de técnicas de análise espacial. Uma vez que o geoprocessamento, como conjunto de técnicas de coleta, tratamento e exibição de informações referenciadas geograficamente (SANTOS et al., 2004), associado aos métodos estatísticos para a análise de dados espaciais, tornou-se um importante campo de investigação epidemiológica sobre o papel do espaço na produção e difusão de doenças, tornando-se uma ferramenta importante para o controle de doenças infectocontagiosas, como a TB (MEDRONHO et al., 2009).

Dessa forma, o presente estudo expressa importância para o Município de Natal/RN, na medida em que poderá subsidiar e orientar políticas públicas no sentido da equidade no acesso à saúde e elementos sociais, além de formular intervenções capazes

de aprimorar as condições de vida, e orientar os modelos assistenciais no que tange à organização da rede de atenção à saúde do município, diminuindo as desigualdades no acesso e uso dos serviços, assim, reduzindo os índices de morbimortalidade da população residente.

Por fim, faz-se salutar destacar também as contribuições da corrente investigação à área de Enfermagem, haja vista que essa, como ciência humana, traz como prerrogativa um conjunto de práticas sociais, éticas e políticas que se processam pelo ensino, pesquisa e assistência, contribuindo para que pessoas ou grupos possam alcançar o mais alto nível de desenvolvimento social e bem-estar (WALDOW, 1998). Sendo assim, ao retratar espacialmente a conjuntura da mortalidade por tuberculose, o estudo pode subvencionar a prática do enfermeiro, de modo que ele possa atuar de maneira mais direcionada com vistas à melhoria da qualidade de vida e empoderamento de grupos sociais mais vulneráveis.

4. OBJETIVOS

“A natureza da gente não cabe em nenhuma certeza. O real não está na saída nem na chegada,
ele se dispõe para a gente é no meio da travessia.”

(Guimarães Rosa)

4.1 Objetivo geral

Analisar a distribuição e risco espacial e espaço-temporal da mortalidade por TB e sua relação com os marcadores de desenvolvimento social em Natal/RN.

4.2 Objetivos específicos

- ✓ Descrever o perfil epidemiológico e clínico da mortalidade por TB;
- ✓ Construir marcadores de desenvolvimento social utilizando dados das áreas das Unidades de Desenvolvimento Humano;
- ✓ Caracterizar a distribuição espacial da mortalidade por TB, segundo setores censitários do Censo Demográfico de 2010;
- ✓ Identificar aglomerados espaciais e espaço-temporais de risco para a ocorrência de óbitos por TB segundo setores censitários do Censo Demográfico de 2010;
- ✓ Realizar um diagnóstico situacional por meio de fotografias dos aglomerados de baixo ou alto risco.
- ✓ Caracterizar as Unidades de Desenvolvimento Humano de acordo as taxas de mortalidade por TB;
- ✓ Verificar a existência de autocorrelação espacial das taxas de mortalidade por TB das Unidades de Desenvolvimento Humano;
- ✓ Analisar a associação entre as taxas de mortalidade por TB e os marcadores de desenvolvimento social das Unidades de Desenvolvimento Humano;
- ✓ Classificar as Unidades de Desenvolvimento Humano de acordo com os marcadores de desenvolvimento social.

5. QUADRO TEÓRICO

“A verdadeira viagem de descobrimento não consiste em procurar novas paisagens, mas em ter novos olhos.”

(Marcel Proust)

Segundo Severino (2000), o quadro teórico pode ser definido como o conjunto de conceitos sistematicamente coerentes através do qual a pesquisa se fundamenta. O autor acrescenta ainda que o quadro teórico necessita ser consistente e coerente com o problema investigado, servindo de embasamento para a interpretação dos dados e fatos colhidos ou levantados (MARCONI; LAKATOS, 2003).

Dessa forma, com intuito de se construir um quadro teórico explicativo para a mortalidade por tuberculose, objeto de estudo da presente pesquisa, embasado pela revisão da literatura anteriormente apresentada, destaca-se a relação entre a ocorrência da tuberculose e as condições sociais. De acordo com Vicentin, Santo e Carvalho (2002), como doença transmissível, a TB está relacionada ao desenvolvimento histórico social. Para Queiroga et al. (2012), os fatores sociais são decisivos para a permanência da doença no nosso meio.

Em um estudo conduzido por Lönnroth et al. (2010), através de uma revisão histórica da literatura, os autores concluíram que a redução da TB está atrelada à redução da pobreza e ao desenvolvimento socioeconômico dos países. Esses autores aprofundaram-se nos fatores de risco da doença e colocam as questões socioeconômicas como desencadeadoras da TB e da mortalidade por ela. Para ilustrar a ideia, baseados em pesquisas publicadas, os autores descreveram os fatores determinantes da TB (Figura 2).

Figura 2 – Fatores determinantes da tuberculose

Fonte: Adaptado de Lönnroth et al., 2010

Para os pesquisadores, as desigualdades política, econômica e ambiental, associadas à globalização, urbanização e transição demográfica são caracterizadas como aspectos desencadeadores dos demais fatores associados à ocorrência da TB. A partir deles, ocorrem problemas relacionados aos serviços de saúde, como dificuldades no acesso aos cuidados de saúde, o que acaba por gerar busca ativa inadequada de possíveis casos de doentes na comunidade. Arelado a isso o baixo desenvolvimento social também agrega os condicionantes para a permanência dos fatores coletivos e individuais causadores da doença.

Destaca-se que o desenvolvimento social, no presente estudo refere-se tanto ao capital financeiro, como ao capital social de uma sociedade. Assim o desenvolvimento social tem o objetivo de promover o bem-estar social das pessoas. De acordo com (NAHAR, 2014), o bem-estar-social ocorre quando os problemas sociais são gerenciados de modo satisfatório, as necessidades sociais são atendidas e quando as oportunidades sociais são criadas. Dessa maneira, para que haja desenvolvimento social três critérios básicos devem ser cumpridos: erradicação da pobreza, geração de emprego e harmonia urbana e social (UN, 1995).

Sendo assim, aspectos relacionados ao menor desenvolvimento social, como, baixa escolaridade, desemprego e más condições de moradia e desarticulação social somados a hábitos de vida não saudáveis são os condicionantes para a permanência dos fatores coletivos e individuais causadores da TB.

Dentre os fatores de cunho coletivo, os autores destacaram a presença de casos na comunidade associados a ambientes propícios à propagação do bacilo causador da TB. Quanto aos fatores individuais, as características genéticas, associadas com outras comorbidades (destaque para o HIV) e hábitos de vida, como alcoolismo e fumo, foram citadas. Assim, o ciclo de transmissão da doença se inicia, com destaque para a relevância dos fatores sociais, como um ciclo vicioso, no qual são desencadeadores da doença e, ao mesmo tempo, a doença acaba por gerá-los. Percebe-se, então, que a tuberculose pode influenciar negativamente as condições de vida de seus ocupantes gerando (e gerindo) a pobreza de forma sustentável.

Por conseguinte, Lönnroth et al. (2010) concluem que a redução da pobreza e o desenvolvimento socioeconômico, no seu sentido mais amplo, conduziriam a uma redução absoluta da carga de TB.

Desse modo, sendo a TB um exemplo consagrado da Determinação Social do Processo Saúde-Doença (BERTOLOZZI et al.; 2014), entendeu-se ser relevante adotar como referencial teórico do presente estudo os Determinantes Sociais da Saúde (DSS). Para tanto, julga-se necessário o entendimento prévio de alguns conceitos que foram determinantes para a construção teórico-filosófica dos DSS.

De acordo com a declaração de Alma Ata (1978), a saúde consiste no “estado de completo bem-estar físico, mental e social, e não simplesmente a ausência de doença ou enfermidade”. Para Brasil (2006), considerando o nível coletivo, o conceito de saúde pode ser amplificado para as condições de vida.

O processo saúde/doença, considerando o nível agregado, é construído socialmente e determinado por fatores biológicos, ambientais, de modos de vida e dos sistemas de saúde (BRASIL, 2006). Quanto à sua determinação causal, o processo saúde/doença pode ser caracterizado como o conjunto de relações e variáveis que produzem e condicionam o estado de saúde e doença de uma população e pode variar a depender do momento histórico e do desenvolvimento científico da humanidade, ou seja, de acordo com o modo de organização da sociedade. Assim, pode-se afirmar que há uma “produção social da saúde/doença” (ALMEIDA, 1998).

Desse modo, Buss e Pellegrini Filho (2007) destacam a relevância de estudar a situação de saúde das pessoas ou de grupos populacionais relacionando-as às condições de vida e de trabalho (BUSS E PELLEGRINI FILHO, 2007). Assim, para Tarlov (1996), os DSS são “as características sociais dentro das quais a vida transcorre”. Segundo a WHO (2007), são “as condições sociais em que as pessoas vivem e trabalham”. Já, no Brasil, a Comissão Nacional sobre os Determinantes Sociais da Saúde (CNDSS) ampliou estes conceitos, e define os DSS como:

“os fatores sociais, econômicos, culturais, étnicos/raciais, psicológicos e comportamentais que influenciam a ocorrência de problemas de saúde e seus fatores de risco na população” (BUSS E PELLEGRINI FILHO, 2007).

Isso posto, releva-se que as relações entre saúde e sociedade têm sido alvo de estudos populacionais desde o século XIX (SILVA, 2010). De acordo com Almeida-Filho (2003), nos últimos anos muito tem se avançado no que se refere ao estudo da relação entre a situação de saúde e a organização social. O que é de grande importância para a saúde pública (SOBRAL; FREITAS, 2010).

Segundo Sobral e Freitas (2010), nos dias atuais, devido ao desgaste do modelo neoliberal de desenvolvimento e às tensões geradas pela crescente iniquidade socioeconômica e seus efeitos sobre a saúde, as ações de saúde pública estão sendo, ou deveriam ser, embasadas nos determinantes sociais.

Para Carvalho (2013), utilizar a abordagem dos determinantes sociais expressa o entendimento da relevância da integração das ações de saúde com outros setores para a sociedade, e, assim, de reconhecer que as iniquidades em saúde não podem ser controladas sem que as iniquidades sociais também o sejam (CARVALHO, 2013).

Assim, os estudos sobre os DSS e as iniquidades em saúde viabilizaram a produção de diversos modelos interpretativos, os quais procuram apresentar a relação

entre os determinantes sociais e a situação de saúde, por meio de metodologias que propiciam análises integradas (CNDSS, 2008 SOBRAL; FREITAS, 2010; FIORATI, ARCÊNCIO, SOUZA, 2016). Para este estudo, com base na literatura (BUSS; PELLEGRINI FILHO, 2007; FLEURY-TEIXEIRA; BRONZO, 2010), bem como por recomendação da Comissão Nacional dos Determinantes Sociais da Saúde (CNDSS), resolveu-se adotar o modelo proposto por Dahlgren e Whitehead (1991).

O modelo proposto por Dahlgren e Whitehead (1991) dispõe os DSS em cinco camadas, de acordo com seu nível de abrangência, desde uma camada mais proximal, a qual descreve os determinantes individuais, até a camada mais distal, que retrata os macrodeterminantes, explicando como as interações entre os diferentes níveis de condições sociais produzem as desigualdades em saúde (CNDSS, 2008; GEIB, 2012).

Na **primeira camada** e base desse modelo estão os indivíduos, com suas características individuais de idade, sexo e fatores genéticos, as quais exercem influência sobre o desenvolvimento do seu potencial, bem como sobre suas condições de saúde.

Em seguida, na **segunda camada**, aparecem o comportamento e os estilos de vida individuais, localizados no limiar entre os fatores individuais e os DSS. Nessa camada observa-se que os comportamentos individuais dependem das escolhas feitas por cada indivíduo, e também estão relacionados aos DSS, como acesso a informações, espaços de lazer, entre outros.

A **terceira camada** evidencia o papel das redes comunitárias e de apoio, as quais expressam o nível de coesão social, fundamental para a promoção e proteção da saúde individual e coletiva.

Na camada seguinte, a **quarta camada**, encontram-se determinantes intermediários, os quais se relacionam com as condições de vida e de trabalho e a disponibilidade de alimentos e acesso a ambientes saudáveis e serviços essenciais, como saúde e educação, indicando que as pessoas em desvantagem social apresentam diferenciais de exposição e de vulnerabilidade aos riscos à saúde.

Por último, na **quinta camada** são apresentados os macrodeterminantes, que estão relacionados às condições socioeconômicas, culturais e ambientais da sociedade, além do modo de produção e consumo e globalização. Destaca-se que esses fatores possuem grande influência sobre as demais camadas e são os responsáveis por reduzir as desigualdades socioeconômicas e promover o desenvolvimento sustentável (BUSS; PELLEGRINI FILHO, 2007; CNDSS, 2008).

Assim, releva-se que tão importantes quanto identificar os DSS são as intervenções sobre ele (BUSS; PELLEGRINI FILHO, 2007). O modelo acima descrito permite identificar, através da sua disposição em camadas, os sítios-chave para a tomada de decisão, por meio da implementação de políticas intersetoriais, apoiadas pela participação social, as quais visam minorar as iniquidades sociais e de saúde advindas das diferentes posições sociais dos indivíduos e grupos populacionais (BUSS; PELLEGRINI FILHO, 2007, PELLEGRINI FILHO, 2011).

6. MATERIAIS E MÉTODOS

“Uma paixão forte por qualquer objeto assegurará o sucesso, porque o desejo pelo objetivo mostrará os meios.”

(William Hazlitt)

6.1 Natureza da pesquisa

Trata-se de um estudo ecológico com medidas múltiplas de análise (ROTHMAN, GREENLAND; LASH, 2008).

6.2 Cenário da pesquisa

O estudo foi realizado em Natal, capital do Estado do Rio Grande do Norte, que se situa na Região Nordeste do país (Figura 3). O município está a 2.227 km de distância do Distrito Federal, ocupa especificamente a porção leste do estado, nas coordenadas geográficas 05° 47' 42" de latitude Sul e 35° 12' 34" de longitude Oeste, apresentando área de 169,9 km², possuindo população de 810.870 habitantes. Sua região metropolitana é formada por mais 11 municípios, com uma população de aproximadamente 1,5 milhão de habitantes. Está, geograficamente, dividido em 36 bairros, distribuídos em cinco distritos de saúde, que correspondem aos Distritos Sanitários: Norte I, Norte II, Sul, Leste e Oeste (Figura 4) (IBGE, 2012; NATAL, 2007).

Figura 3 - Localização geográfica do Município de Natal/Rio Grande do Norte, Brasil (2017)

Figura 4- Divisões geográficas do município. (A) Distritos de saúde. (B) Bairros. Natal/Rio Grande do Norte, Brasil (2017)

6.2.1 Indicadores sociais, econômicos, epidemiológicos e de saúde

No tocante aos indicadores sociais e econômicos, o município possui: taxa de esperança de vida ao nascer de 71,10 anos; Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) de 0,76 e índice de exclusão social em torno de 0,6; incidência de pobreza de 40,8% e Índice de Gini de 0,61 (NATAL, 2007; IBGE, 2012; PNUD, 2013). A economia de Natal tem sua maior arrecadação advinda dos setores de turismo nacional e internacional, da indústria têxtil e do comércio (IBGE, 2012).

Em relação ao sistema de saúde, o município dispõe de 1.365 estabelecimentos de saúde, sendo 76 unidades de saúde municipais, das quais 36 são Unidades de Saúde da Família e 18, Unidades Básicas de Saúde. Atualmente a cobertura assistencial do Município de Natal para a Estratégia de Saúde da Família, considerando a população estimada de 2014, equivale a 46,0%, contando com um total de 131 equipes de ESF

(Tabela 2), sendo responsáveis, dentre outras atividades, pelo atendimento aos pacientes com TB (NATAL, 2014a).

Tabela 2 - Cobertura da Estratégia de Saúde da Família, Natal/RN, 2014

DISTRITOS	Nº DE EQUIPES DE ESF	% POPULAÇÃO COBERTA PELA ESF
Leste	13	37,0%
Oeste	46	69,0%
Sul	6	12,0%
Norte I	33	77,0%
Norte II	33	63,0%

Fonte: Secretaria Municipal de Saúde/Departamento de Atenção Básica, 2014.

Quanto à rede hospitalar, o Hospital Giselda Trigueiro, pertencente à rede estadual, é o hospital de referência para o atendimento de casos multirresistentes e para as internações por TB no município e demais regiões do estado.

No que concerne à situação epidemiológica, o Rio Grande do Norte possui dois municípios prioritários para o Programa Nacional de Controle da Tuberculose, sendo Natal um deles. No ano de 2016, o município apresentou uma taxa de incidência de 38,9 casos/100.000 habitantes, e taxa de óbitos de 3,10 óbitos/100.000 habitantes (BRASIL, 2017).

6.2.2 Unidades de análise

Quanto às unidades territoriais de coleta das operações censitárias utilizadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (IBGE), o município está dividido em 911 setores censitários, dos quais 895 são habitados (Figura 5).

De acordo com o IBGE, o setor censitário constitui-se na menor unidade territorial, formada por área contínua, integralmente contida em área urbana ou rural. O setor constitui um conjunto de quadras, no caso de área urbana, ou uma área do município, no caso de uma área não urbanizada, com dimensão e número de domicílios que permitam o levantamento por um recenseador.

Figura 5- Setores Censitários. Natal/Rio Grande do Norte, Brasil (2017)

No que se refere à divisão de acordo com o Atlas de Desenvolvimento Humano das Regiões Metropolitanas, a cidade está segmentada em 59 Unidades de Desenvolvimento Humano (UDH) (Quadro 2 e Figura 6).

Quadro 2 – Nomenclatura das Unidades de Desenvolvimento Humano e localização quanto aos distritos de saúde. Natal/Rio Grande do Norte, Brasil (2017)

Código	Nome	Distrito de Saúde
1240810200001	Tirol / Petrópolis / Areia Preta	Leste
1240810200002	Mãe Luiza	Leste
1240810200003	Areia Preta / Mãe Luiza / Petrópolis	Leste
1240810200004	Lagoa Azul: Conjunto Parque das Dunas / Nordelândia	Norte 1
1240810200005	Nossa Senhora da Apresentação: Loteamentos Populares	Norte 2
1240810200006	Lagoa Azul: José Sarney	Norte 2
1240810200007	Redinha / Pajuçara	Norte 1
1240810200008	Pajuçara: Av. Pompeia	Norte 1
1240810200009	Lagoa Nova: Tenente Procópio	Sul
1240810200010	Nova Descoberta	Sul
1240810200011	Ponta Negra: Vila de Ponta Negra / Morro do Careca	Sul
1240810200012	Ponta Negra: Orla / Rua Erivan França	Sul
1240810200013	Capim Macio / Ponta Negra / Neópolis / Lagoa Nova / Parque das Dunas / <i>Campus</i> UFRN	Sul
1240810200014	Ponta Negra : Lagoinha	Sul
1240810200015	Lagoa Nova : Potilândia	Sul
1240810200016	Neópolis / Ponta Negra	Sul
1240810200017	Pitimbu: Conjunto Bancários	Sul
1240810200018	Lagoa Nova: Coqueiros	Sul
1240810200019	Pitimbu / Cidade Satélite / Candelária / Neópolis	Sul
1240810200020	Lagoa Nova / Nova Descoberta / Morro Branco	Sul
1240810200021	Candelária: Bairro Latino	Sul
1240810200022	Candelária / Lagoa Nova	Sul
1240810200023	Alecrim (Baldo) / Cidade Alta / Passo da Pátria / Ocidental	Leste
1240810200024	Alecrim : Rua dos Caicós / Rua dos Pajeús / Vilas residenciais	Leste
1240810200025	Alecrim: Av. Presidente Sarmiento / Igreja da Conceição / Mercado da Seis	Leste
1240810200026	Alecrim: Feira do Alecrim / Comércio do Alecrim / Rua Presidente Quaresma (Av. 1)	Leste
1240810200027	Praia do Meio: São José de Jacó	Leste
1240810200028	Santos Reis: Brasília Teimosa / Vietnã	Leste
1240810200029	Ribeira: Maruim	Leste
1240810200030	Petrópolis / Praia do Meio / Rocas	Leste
1240810200031	Alecrim / Barro Vermelho / Lagoa Seca	Leste
1240810200032	Lagoa Seca / Barro Vermelho / Tirol	Leste
1240810200033	Santos Reis / Ribeira / Rocas / Cidade Alta	Leste

Continua...

Código	Nome	Distrito de Saúde
1240810200034	Cidade Alta: Areado	Leste.
1240810200035	Cidade Alta / Alecrim	Leste
1240810200036	Praia do Meio: Rua Presidente Café Filho	Leste
1240810200037	Dix-Sept Rosado / Nossa Senhora de Nazaré / Rua dos Potiguares	Oeste
1240810200038	Cidade da Esperança: Condomínios / Rodoviária	Oeste
1240810200039	Felipe Camarão: Conjunto Jardim América	Oeste
1240810200041	Cidade da Esperança / Nossa Senhora de Nazaré / Dix-Sept Rosado	Oeste
1240810200042	Guarapes / Planalto	Oeste
1240810200043	Felipe Camarão: Rua Projetada / Rua Indomar	Oeste
1240810200044	Planalto: Promorar	Oeste
1240810200045	Nordeste / Quintas	Oeste
1240810200046	Bom Pastor / Nordeste	Oeste
1240810200047	Nordeste: Mosquito	Oeste
1240810200048	Guarapes / Planalto / Cidade Nova	Oeste
1240810200049	Felipe Camarão	Oeste
1240810200050	Felipe Camarão / Rua Antônio Carolino / Rua Rainha do Mar	Oeste
1240810200051	Dix-Sept Rosado: Treze de Maio	Oeste
1240810200052	Planalto: Planalto Conab	Oeste
1240810200053	Potengi: Soledade / Santarém / Panatis / Santa Catarina	Norte 2
1240810200054	Salinas	Norte 2
1240810200055	Nossa Senhora da Apresentação: Parque dos Coqueiros	Norte 2
1240810200056	Igapó / Gancho / Av. das Fronteiras / Av. Boa Sorte	Norte 2
1240810200057	Redinha: Raio de Sol	Norte 1
1240810200058	Redinha	Norte 1
1240810200059	Lagoa Azul / Cidade Praia / Pajuçara / Nova Natal / Gramoré	Norte 1
1240810200060	Nordeste: Boa Vista	Oeste

Fonte: Atlas de Desenvolvimento Humano

Figura 6 - Unidades de Desenvolvimento Humano. Natal/Rio Grande do Norte, Brasil (2017)

A divisão municipal em UDHs foi apresentada no Atlas do Desenvolvimento Humano das Regiões Metropolitanas Brasileiras, fruto de um projeto do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) em parceria com o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). As UDHs foram delineadas buscando gerar áreas mais homogêneas, do ponto de vista das condições socioeconômicas, tendo como objetivo retratar as desigualdades intramunicipais de forma mais profícua. Nelas são apresentados os principais indicadores socioeconômicos das áreas de demografia, saúde, educação, habitação, renda, trabalho e vulnerabilidade social, além do Índice de

Desenvolvimento Humano Municipal (PNUD, 2013). Destaca-se que somente as regiões metropolitanas do país possuem cidades subdivididas em UDHs.

6.3 População

A população do estudo foi composta por casos que evoluíram para óbito por TB como causa básica no período entre 1º de janeiro de 2008 e 31 de dezembro de 2014, registrados no Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM) e residentes em Natal/RN.

Segundo definição da OMS, são entendidas como causas básicas de morte a doença ou a afecção que iniciou a cadeia de acontecimentos patológicos que conduziram o indivíduo diretamente à morte, ou as circunstâncias do acidente ou da violência que produziu a lesão fatal (WHO, 1996).

6.4 Fonte de informação, coleta dos dados e critérios de seleção

Os dados foram obtidos do SIM da Secretaria Municipal de Saúde de Natal/RN, durante o mês de março de 2015.

O SIM é um sistema de vigilância epidemiológica nacional, cujo objetivo é captar dados sobre os óbitos do país a fim de fornecer informações sobre mortalidade para todas as instâncias do sistema de saúde. Este sistema é considerado uma importante ferramenta de gestão na área da saúde (BRASIL, 2001).

Para o estudo foram considerados os óbitos de pessoas residentes na zona urbana do município, cuja causa básica está descrita na Classificação Internacional de Doenças versão 10 - CID10, com códigos correspondentes de A15.0 a A19.0 (Quadro 3). Foram excluídos os óbitos de indivíduos residentes em outras localidades, bem como os casos de repetição de digitação dos dados.

Quadro 3- Formas clínicas da tuberculose, segundo a Classificação Internacional de Doenças versão 10 - CID10

CID – 10		Definição
Tuberculose respiratória, com confirmação bacteriológica e histológica	A 15.0	Tuberculose pulmonar, com confirmação por exame microscópico de expectoração, com ou sem cultura
	A 15.1	Tuberculose pulmonar, com confirmação somente por cultura
	A 15.2	Tuberculose pulmonar, com confirmação por meio não especificado
	A 15.3	Tuberculose pulmonar, com confirmação por meio não especificado
	A 15.4	Tuberculose dos gânglios intratorácicos, com confirmação bacteriológica e histológica
	A 15.5	Tuberculose da laringe, da traqueia e dos brônquios, com confirmação bacteriológica e histológica
	A 15.6	Pleuris tuberculoso, com confirmação bacteriológica e histológica
	A 15.7	Tuberculose primária das vias respiratórias, com confirmação bacteriológica e histológica
	A 15.8	Outras formas de tuberculose das vias respiratórias, com confirmação bacteriológica e histológica
	A 15.9	Tuberculose não especificada das vias respiratórias, com confirmação bacteriológica e histológica
Tuberculose das vias respiratórias, sem confirmação bacteriológica ou histológica	A 16.0	Tuberculose pulmonar com exames bacteriológico e histológico negativos
	A 16.1	Tuberculose pulmonar, sem realização de exame bacteriológico ou histológico
	A 16.2	Tuberculose pulmonar, sem menção de confirmação bacteriológica ou histológica
	A 16.3	Tuberculose dos gânglios intratorácicos, sem menção de confirmação bacteriológica ou histológica
	A 16.4	Tuberculose da laringe, da traqueia e dos brônquios, sem menção de confirmação bacteriológica ou histológica
	A 16.5	Pleurisia tuberculosa, sem menção de confirmação bacteriológica ou histológica
	A 16.7	Tuberculose respiratória primária sem menção de confirmação bacteriológica ou histológica
	A 16.8	Outras formas de tuberculose das vias respiratórias, sem menção de confirmação bacteriológica ou histológica
	A 16.9	Tuberculose respiratória, não especificada, sem menção de confirmação bacteriológica ou histológica
Tuberculose do sistema nervoso	A 17.1	Tuberculoma meníngeo
	A 17.8	Outras tuberculoses do sistema nervoso
	A 17.9	Tuberculose não especificada do sistema nervoso

continua...

CID – 10		Definição
Tuberculose de outros órgãos	A18.0	Tuberculose óssea e das articulações
	A 18.1	Tuberculose do aparelho geniturinário
	A 18.2	Linfadenopatia tuberculosa periférica
	A 18.3	Tuberculose do intestino, do peritônio e dos gânglios mesentéricos
	A 18.4	Tuberculose de pele e do tecido celular subcutâneo
	A 18.5	Tuberculose do olho
	A 18.6	Tuberculose do ouvido
	A 18.7	Tuberculose das supra-renais
	A 18.8	Tuberculose de outros órgãos especificados
Tuberculose miliar	A 19.0	Tuberculose miliar aguda de localização única e especificada
	A 19.1	Tuberculose miliar aguda de múltiplas localizações
	A 19.2	Tuberculose miliar aguda não especificada
	A 19.8	Outras tuberculoses miliares
	A 19.9	A19.9 Tuberculose miliar não especificada

Fonte: Classificação Internacional de Doenças, versão 10 (CID – 10).

6.5 Plano de análise

Os passos metodológicos para análise dos dados da pesquisa estão esquematicamente representados na Figura 7, de modo a facilitar a compreensão das principais etapas do estudo.

Figura 7 – Síntese esquemática dos procedimentos metodológicos para análise dos dados. Natal/Rio Grande do Norte (2017)

Fonte: Construção dos autores

6.5.1 Etapa I: Fase exploratória dos dados do SIM

As variáveis de interesse para análise exploratória foram obtidas nos respectivos itens da Declaração de Óbito (DO) (ANEXO A) utilizada no Brasil e compreenderam características sociodemográficas, como idade, sexo, raça/cor, estado civil, escolaridade e ocupação, além de variáveis operacionais, tais como local de ocorrência do óbito, assistência médica, necropsia, causa básica e médico responsável pelo atestado de óbito.

As análises dessas informações foram realizadas no Statistica® versão 12.0, por meio de estatística descritiva dos parâmetros quantitativos, sendo calculadas as frequências absolutas e relativas para as variáveis.

Para variável idade (contínua) foram calculadas medidas de tendência central (média, mediana), valores máximos e mínimos e também foi categorizada em faixas etárias: 0 a 14 anos, 15 a 59 e maiores de 60 anos.

6.5.2 Etapa II: seleção de variáveis para a construção dos indicadores sociais

Para a construção dos indicadores sociais (marcadores de desenvolvimento social) utilizou-se a base de informações das Unidades de Desenvolvimento Humano (UDHs) do Atlas do Desenvolvimento Humano das Regiões Metropolitanas Brasileiras (PNUD, 2013).

A seleção das variáveis abrangeu as dimensões escolaridade, renda e condições de moradia e foi baseada no que a literatura (PEREIRA et al., 2015; HINO et al., 2011; SAN PEDRO et al., 2017) indica como fatores determinantes da TB e do seu modo de transmissão, bem como, traduzem o conceito de desenvolvimento social (UN, 1995; NAHAR, 2014). As variáveis selecionadas estão apresentadas no Quadro 4.

Quadro 4 – Variáveis socioeconômicas das Unidades de Desenvolvimento Humano, selecionadas para a construção dos marcadores de desenvolvimento social. Natal/Rio Grande do Norte, Brasil (2008-2014)

Dimensão	Variáveis	Código das Variáveis
Escolaridade	Taxa de analfabetismo da população de 18 anos ou mais de idade	V1
	Percentual da população de 18 anos ou mais com fundamental completo	V2
	Percentual da população de 25 anos ou mais com fundamental completo	V3
	Percentual da população de 25 anos ou mais com superior completo	V4
Renda	Proporção de pobres (proporção dos indivíduos com renda domiciliar <i>per capita</i> igual ou inferior a R\$ 140,00 mensais, em reais, de agosto de 2010).	V5
	Percentual da renda total apropriada pelos 20,0% da população com menor renda domiciliar <i>per capita</i>	V6
	Percentual da renda total apropriada pelos 20,0% da população com maior renda domiciliar <i>per capita</i>	V7
	Proporção de vulneráveis à pobreza (proporção dos indivíduos com renda domiciliar <i>per capita</i> igual ou inferior a R\$ 255,00 mensais, em reais, de agosto de 2010, equivalente a 1/2 salário mínimo nessa data).	V8
	Percentual da renda total apropriada pelos 10,0% da população com maior renda domiciliar <i>per capita</i>	V9
	Taxa de desocupação da população de 18 anos ou mais de idade	V10
Condições de Moradia	Percentual da população que vive em domicílios com banheiro e água encanada	V11
	Percentual da população que vive em domicílios urbanos com serviço de coleta de lixo	V12
	Percentual da população que vive em domicílios com energia elétrica	V13
	Percentual da população que vive em domicílios com densidade superior a 2 pessoas por dormitório	V14

Para construção dos marcadores de desenvolvimento social foi considerada a técnica de análise multivariada de Análise de Componentes Principais (ACP), processada no *software* Statistica versão 12.0. Esta técnica possibilitou, por combinações lineares, sumarizar as informações contidas nas 14 variáveis em um número pequeno de componentes, os quais explicam a maior variância dos dados a partir das variáveis originais. (JOLLIFFE, 2004; SPENCER, 2014), proporcionando redução significativa na quantidade de variáveis (MARQUES; MARQUES, 2005). Cabe destacar, que, por meio desta técnica, além da informação individual de cada componente, obteve-se também a informação conjunta de pares de componentes mais importantes na análise. O grau de importância foi obtido pela magnitude da variância explicada pelas variáveis de cada componente (MINGOTI, 2007).

Destaca-se que correlações são medidas considerando a contribuição individual de cada variável e não a contribuição multivariada das outras variáveis, e os coeficientes são medidas das contribuições multivariadas. Geralmente, utilizam-se as primeiras K componentes principais para uma análise, mas, quanto menor a parte desprezada, menor o ajuste. Segundo Ferreira (1996), quando se tem 70,0% do total das variâncias da população, para um número de variáveis grande, podem-se atribuir um, dois ou três componentes. Vale frisar que na construção destes índices é desejável que se tenha a maior variância possível, ou seja, que contenha o máximo de informação fornecida pelo conjunto de variáveis selecionadas.

Ressalta-se ainda que para a seleção dos indicadores ou componentes utilizou-se o critério de Kaiser, no qual somente foram considerados autovalores acima de 1, pois geram componentes com quantidade relevante de informação das variáveis originais. De acordo com esse parâmetro, abaixo de 1 a quantidade de informação retida no componente não é relevante (FERRAUDO, 2012).

A primeira etapa da ACP consiste na padronização dos dados, de modo que os atributos contribuam com o mesmo peso no cálculo do coeficiente de semelhança entre os objetos. Após essa etapa as variáveis terão média nula e variância unitária (FERRAUDO, 2012)

Desse modo, o modelo de ACP foi empregado na sua forma clássica, abaixo apresentada (KUBRUSLY, 2001):

Seja $X = (X_1, \dots, X_p)$ um conjunto de variáveis observadas sobre n setores ou observações. As componentes principais C_i são definidas como:

$$\begin{aligned}
C_i &= \sum_j a_{ij} X_j \\
\text{var}(C_i) &= \text{máxima} \\
\sum_j a_{ij}^2 &= 1 \\
\text{cor}(C_i, C_j) &= 0 \text{ para } i \neq j, i = 1, \dots, p
\end{aligned}$$

A solução do modelo é dada pela decomposição da matriz de covariância (ou correlação), em seguida, calculam-se os autovalores e autovetores normalizados dessa matriz. Cada autovetor é um vetor de pesos de uma componente principal, já o autovalor fornece a quantidade de variância explicada pela respectiva componente, de modo que o primeiro (*I*) componente tem o maior autovalor, o segundo, o segundo maior, e assim por diante (LYRA et al., 2010). Os componentes principais gerados são não correlacionados entre si. Em seguida, são calculados os escores, como produtos da multiplicação dos autovetores pelo valor das variáveis de cada UDH. Os componentes principais gerados são não correlacionados entre si (SPENCER, 2014).

A interpretação dos resultados foi realizada por meio da avaliação das cargas vetoriais (autovetores) de cada variável em cada componente principal (indicador social).

Ademais, os mapas de classificação em quintis das UDHs segundo os indicadores sociais foram construídos no *software* ArcGIS 10.2.

6.5.3 Etapa III: Análise espacial da mortalidade por TB

6.5.3.1 Geocodificação dos endereços

Nesta etapa realizou-se a geocodificação dos endereços, a qual corresponde à 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. Portanto, consiste em um processo de associação dos dados tabulares que não apresentam uma referência espacial explícita no caso dos óbitos por TB, transportando-os para um mapa (base cartográfica do município) já incorporado em um ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG).

Sendo assim, inicialmente procedeu-se à geocodificação dos endereços, utilizando o *software* TerraView versão 4.2.2, quando então realizaram-se a padronização e equiparação dos endereços dos casos residentes da zona urbana do Município de Natal/RN com mapa digital de segmento de logradouros StreetBase® em

projeção Latlong/WGS84, disponibilizado na extensão *Shapefile*, adquirida via empresa *Imagem Soluções de Inteligência Geográfica*.

Para alguns endereços, as coordenadas do Sistema Universal Transverso de Mercator (UTM) dos casos foram determinadas a partir do endereço residencial usando o *software* Google Earth™ Versão 7.15. O arquivo final dos endereços geocodificados seguiu a projeção *Universal Transversa de Mercator* (UTM) e *datum* Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS) 2000.

6.5.3.2 Análise de Densidade de Pontos

Posteriormente, seguiu-se com a análise da densidade de pontos, definida como estimativa de *Kernel*, que consiste em um método de interpolação exploratória, baseado na definição de áreas circulares de influência em torno de pontos de ocorrências de um fenômeno, gerando uma superfície de densidade para a identificação de áreas vulneráveis (DAVIES; HAZELTON, 2010; OLIVEIRA; BRESCOVIT; SANTOS, 2015).

A função de densidade de *Kernel* estima a densidade de ocorrência do evento baseado na sobreposição das áreas de influência. Desta forma, quando as áreas de influência são somadas, os locais com elevado grau de sobreposição das distribuições de casos de óbitos irão mostrar mais altos valores do índice de *Kernel* (DAVIES; HAZELTON, 2010; OLIVEIRA; BRESCOVIT; SANTOS, 2015).

Essa função realiza uma contagem de todos os pontos dentro de uma região de influência, ponderando-os pela distância de cada um até o ponto que está sendo estimado. Com base nos conceitos apresentados, supõe-se que $u, \dots, u_n$ são localizações de n eventos observados em uma região A e que u represente uma localização genérica cujo valor se quer estimar.

$$\lambda_{\tau}(u) = \frac{1}{\tau^2} \sum_{i=1}^n k\left(\frac{d(u_i, u)}{\tau}\right), d(u_i, u) \leq \tau$$

O estimador de intensidade é computado considerando-se os m eventos $\{u, \dots, u + m - 1\}$ contidos num raio de tamanho τ em torno de u e da distância d entre a posição e a i -ésima amostra, a partir de funções cuja forma geral é:

O estimador *Kernel* tem como parâmetros básicos: (i) o raio de influência ($\tau \geq 0$) que define a vizinhança do ponto a ser interpolado e controla o grau de *alisamento* da superfície gerada; (b) uma função de estimação com propriedades de suavização do fenômeno. O raio de influência, também chamado *largura de banda*, define a área centrada no ponto de estimação u que indica quantos eventos i u contribuem para a estimativa da função intensidade λ . Um raio muito pequeno irá gerar uma superfície muito descontínua e oscilante; se for grande demais, a superfície poderá ficar muito suavizada.

Dessa forma, o estimador *Kernel* é muito útil para fornecer uma visão geral da distribuição dos pontos amostrais, bem como é um indicativo da ocorrência de *clusters*, que sugere dependência espacial (CÂMARA et al., 2004).

Assim, considerando o raio de 1000 m, os mapas temáticos da distribuição da densidade dos óbitos por TB, segundo endereço de residência, foram gerados no *software* ArcGIS 10.2.

As densidades de óbitos por km² foram divididas em quintis e classificadas em cinco níveis: muito baixa, baixa, média, alta e muito alta, e as variações espaciais dessas densidades foram exibidas em tonalidade de cores, sendo as áreas de densidade de óbitos por km² iguais a zero (muito baixa) representadas pela cor branca e as áreas com densidades mais elevadas (muito alta) representadas pela cor vermelha.

6.5.3.3 Estatística de Varredura

Para detecção de aglomerados espaciais e espaço-temporais dos óbitos por TB, foi utilizado o setor censitário como unidade de análise ecológica.

A técnica de análise espacial denominada varredura, também conhecida como Estatística *Scan*, desenvolvida por Kulldorff e Nagarwalla (1995), foi empregada com vistas à detecção dos aglomerados no espaço e no espaço-tempo. Sua aplicação ocorre por meio da associação da informação da área a um único ponto dentro polígono, denominado centroide. A partir de então, realiza-se uma varredura por toda a região estudada em busca de áreas onde a ocorrência de um fenômeno seja significativamente mais provável (BAVIA et al., 2012).

A procura por aglomerados é realizada por meio do posicionamento de um círculo de raio variável em torno de cada centroide e calculado o número de ocorrências dentro do círculo. Se o valor observado da região delimitada pelo círculo, chamada de região z , for maior que o esperado, denomina-se aglomerado; este procedimento é

realizado, então, até que todos os centroides sejam testados (LUCENA; MORAES, 2012).

Assim, foi testada a hipótese nula (H_0) frente à hipótese alternativa (H_1), destacando-se que H_0 assume que não há áreas de alto ou de baixo risco nas regiões, ou seja, todos os indivíduos do município possuem a mesma probabilidade de morrer por TB; e H_1 assume que uma ou mais regiões z são áreas nas quais as pessoas teriam maior ou menor probabilidade de morrer pela doença, em comparação com as que estão fora dessa área (LUCENA; MORAES, 2012).

Inicialmente, foram criadas três planilhas no aplicativo Excel. A primeira continha as informações sobre o número do setor censitário onde ocorreu o evento, data da ocorrência, sexo e idade das pessoas que tiveram a TB como causa de óbito. A segunda foi composta pelas coordenadas geográficas dos centroides dos setores censitários gerados a partir do *software* TerraView versão 4.2.2. Na terceira, e última, constavam informações populacionais dos setores censitários de acordo com as variáveis sexo e idade, conforme os dados dos Resultados Gerais do Universo (IBGE, 2010), sendo considerado como ponto de padronização a mediana de idade em anos dos indivíduos que tiveram a TB como causa de óbito.

Tendo em vista 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, com o tamanho máximo do aglomerado igual a 50,0% da população exposta, o aglomerado com formato circular e 999 replicações. Neste modelo, o número de casos é comparado aos dados da população de base e o número esperado de casos em cada unidade é proporcional ao tamanho da população em risco (PFEIFFER et al., 2008).

O risco relativo (RR) de cada aglomerado foi calculado, permitindo a comparação das informações em áreas distintas, indicando a intensidade de ocorrência do óbito por TB no município analisado. Destaca-se que o RR foi definido como o risco de morrer por TB em uma área de risco do Município de Natal em relação ao risco de morrer por TB fora dessa área de risco (STEPHAN, 2008). Foram consideradas áreas estatisticamente significativas aquelas com $p < 0,05$. O intervalo de confiança foi calculado (WAGNER; CELLEGARI-JACQUES, 1998) e estimado em 95,0%.

Foram utilizadas as estimativas de máxima verossimilhança do risco relativo nas áreas em questão, considerando que a contagem dos casos de óbito por TB segue o modelo de Poisson (SOUZA JÚNIOR et al., 2010). Formalmente, supõe-se que:

$$[c_z | e_z, \xi_z] \sim \text{Poisson}(e_z \xi_z),$$

Em que c_z é a contagem de casos de óbito na área z , e_z é o número esperado de casos de óbito na área z , ξ_z é o risco relativo do evento na área z , $z = 1, \dots, Z$.

Supondo independência entre as contagens, o estimador usual para o risco relativo, ξ_z , é dado por:

$$\xi_z = \frac{c_z}{e_z}$$

Um conglomerado é uma área de risco significativamente distinta (elevado ou baixo).

Além de permitir a análise espacial, a estatística de varredura também possibilita a incorporação do fator temporal, em que o interesse incide na identificação de conglomerados de eventos (COULSTON; RITTERS, 2003), no caso desta pesquisa, óbitos por TB, que tenham ocorrido no espaço e no tempo, simultaneamente.

Assim, foi considerado, novamente, o modelo discreto de Poisson, com as mesmas condições da análise essencialmente espacial como citado acima, só que considerando os critérios de tamanho máximo do aglomerado temporal igual a 50,0% do período de estudo, precisão do tempo em dia, mês e ano e período de tempo entre 2008 e 2014. Tanto a técnica de varredura espacial como a espaço-temporal foram realizadas controlando-se a ocorrência dos óbitos 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.

Desse modo, sobreleva-se que os aglomerados são ditos puramente espaciais quando a ocorrência dos casos é mais alta em algumas áreas do que em outras. Quando a análise é feita levando-se em conta tanto o espaço quanto o tempo, ou seja, a ocorrência dos casos é temporariamente maior em algum local do que em outros locais, esses conglomerados são ditos espaço-temporais (SOUZA JÚNIOR et al., 2010).

Destaca-se que todas as análises de detecção de aglomerados foram realizadas no *software* SaTScan™ versão 9.2 e mapas temáticos contendo os RRs das áreas identificadas na análise de varredura foram construídos através do *software* ArcGis versão 10.1.

Ademais, fotografias dos aglomerados de alto de baixo risco para a mortalidade por TB foram feitas ou retiradas do *Google Earth*.

6.5.3.4 Análise de área – Taxa de mortalidade por tuberculose

Dando seguimento, realizou-se a análise espacial por área, utilizando como unidade de análise as UDHS do município com intuito de se obter as taxas de mortalidade por TB. Para o período de estudo, as taxas de mortalidade por TB (TxMTB) foram calculadas dividindo-se, respectivamente, o somatório dos óbitos ($\sum O$) pela população padrão no meio do período ($\sum Pop$) - população urbana de Natal/RN em 2010 de cada UDH multiplicada por 100.000 e por fim multiplicada por 1/7, referente aos anos de estudo, conforme evidenciado na fórmula abaixo:

$$TxMTB = \left(\frac{\sum O}{\sum Pop} \right) \times \frac{1}{7} \times 100.000$$

Com o intuito de minimizar a instabilidade das taxas brutas e eliminar a flutuação aleatória, especialmente em função da existência de UDHS com populações pequenas, foi aplicado o alisamento das taxas de mortalidade usando o método Bayesiano Empírico Global, o qual realiza o cálculo de uma média ponderada entre a taxa bruta de cada UDH e a taxa global do município, gerando uma segunda taxa (SANTOS, RODRIGUES, LOPES, 2005).

Para o cálculo das taxas bayesianas empíricas globais $\hat{\theta}_i$, considera-se:

$$\hat{\theta}_i = C_i r_i + (1 - C_i) \bar{m}$$

em que $C_i = \frac{s^2 - \bar{m}/\bar{n}}{s^2 - \bar{m}/\bar{n} + \bar{m}/n_i}$ $\bar{m}$ é a taxa global dos eventos, $\bar{n}$, o número médio de

peessoas em risco, n_i é o número de pessoas observadas na área i , $s^2 = \sum i \frac{n_i(r_i - \bar{m})^2}{n}$, n é o número de pessoas observadas em todas as áreas juntas e r_i é a taxa observada na área i (SANTOS; RODRIGUES; LOPES, 2005).

Ademais, foram calculadas, por UDH, taxas bayesianas empíricas globais por períodos de tempo do estudo, dividindo-se o número de óbitos de cada intervalo de tempo pela população de cada UDH e multiplicando-se por 100.000.

O cálculo das taxas foi processado no *software* TerraView versão 4.2.2 e os mapas coropléticos dos índices brutos e bayesianos foram construídos no *software* ArcGis 10.2.

6.5.3.5 Análise de dependência espacial

Segundo Câmara et al. (2004), na análise espacial, a caracterização da dependência espacial é fundamental, uma vez que exibe como os valores estão correlacionados no espaço. Desta forma, para verificar a autocorrelação espacial das taxas bayesianas globais de mortalidade por TB foi utilizado o índice de Moran Global (I), o qual caracteriza-se como uma medida global para mensurar o grau de associação espacial (MEDRONHO, WERNECK, 2009). Em termos numéricos, o I pode variar entre -1 a +1, os valores negativos apontam a existência de autocorrelação inversa e os positivos de correlação direta (PEREIRA et al., 2015). O índice global de Moran I é a expressão da autocorrelação considerando apenas o primeiro vizinho:

$$\frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}(z_i - \bar{z})(z_j - \bar{z})}{\sum_{i=1}^n (z_i - \bar{z})^2}$$

onde, n é o número de áreas, z_i é o valor do atributo considerado na área i , $\bar{z}$ é o valor médio do atributo na região de estudo e w_{ij} são os elementos da matriz normalizada de proximidade espacial. Neste caso a correlação será computada apenas para os vizinhos de primeira ordem no espaço, conforme estabelecido pelos pesos w_{ij} (CÂMARA et al., 2004).

Para medir a significância do índice utilizou-se o teste de pseudo-significância, no qual são geradas diferentes permutações dos valores de atributos associados às áreas; cada permutação produz um novo arranjo espacial, onde os valores estão redistribuídos entre as áreas. Como apenas um dos arranjos corresponde à situação observada, pode-se construir uma distribuição empírica de I . Se o valor do índice I medido originalmente corresponder a um “extremo” da distribuição simulada, então trata-se de valor com significância estatística (CÂMARA et al., 2004).

Destaca-se que índice de Moran Global fornece um valor único como medida da associação espacial para todo o conjunto de dados, o que é importante para a caracterização do município como um todo. Destarte, quando o objetivo é identificar aglomerados espaciais locais e quais as áreas que mais contribuem para a existência de autocorrelação espacial, devem-se utilizar medidas de autocorrelação espacial local, como o Indicador Local de Associação Espacial (LISA – *Local Indicator of Spatial Association*) ou Índice Local de Moran, baseado na matriz de vizinhança gerada com os

vizinhos de primeira ordem (CÂMARA et al., 2004; PEROBELLI, et al., 2007; MAGALHÃES, MEDRONHO, 2017).

O índice local de Moran pode ser expresso para cada área i a partir dos valores normalizados z_i do atributo como:

$$I_i = \frac{z_i \sum_{j=l}^n w_{ij} z_j}{\sum_{j=l}^n z_j^2}$$

Semelhante aos indicadores globais, a significância do índice local de Moran deve ser calculada, utilizando-se hipótese de normalidade ou simulação de distribuição por permutação aleatória nos valores dos atributos (ANSELIN, 1996). Para cada UDH, calculou-se o índice local, e depois permutou-se aleatoriamente o valor das demais áreas, até obter uma pseudodistribuição para a qual se pudesse computar os parâmetros de significância. (PEROBELLI, et al., 2007). Para ambos os índices, foi considerado como significância estatística o valor de $p < 0,05$.

De acordo com a análise de autocorrelação local, foram construídos no *software* ArcGis versão 10.2 mapas denominados "*LISA MAP*", de modo a identificar as UDHs que apresentaram correlação local estatisticamente significativa (PEROBELLI, F.S. et al., 2007).

6.5.3.6 Modelagem estatística

Regressão Linear Múltipla e Espacial

Com o propósito de verificar a relação entre a variável dependente (taxa de mortalidade por TB) e as variáveis independentes (indicadores gerados a partir da análise de componentes principais) por meio do *software* OpenGeoDa versão 1.0.1 efetuou-se a criação da matriz de pesos espaciais de contiguidade do tipo *rook* e em seguida foram aplicadas as análises de regressão linear múltipla, pelo método dos mínimos quadrados (HAIR et al., 2009).

É válido destacar que a regressão linear múltipla consiste em uma técnica que pode ser utilizada para analisar a relação entre uma única variável dependente e várias variáveis independentes, cujo objetivo é utilizar as variáveis independentes com valores conhecidos para prever os valores da variável dependente selecionada pelo pesquisador (HAIR et al., 2009).

O método dos mínimos quadrados foi utilizado para prover um modelo cujo valor resultasse na menor soma dos quadrados dos erros, considerando que essa apresente distribuição normal, média zero e variância (σ^2) constante e independente entre si (BAILEY; GATRELL, 1995).

Assim, dados n pares de valores de duas variáveis, X_i , Y_i (com $i = 1, 2, \dots, n$), se admitirmos que Y é função linear de X , podemos estabelecer uma regressão linear simples, cujo modelo estatístico é:

$$Y_i = \alpha + \beta X_i + u_i$$

onde α (coeficiente linear da reta) e β (coeficiente angular da reta) são parâmetros, X representa o conjunto das variáveis independentes e Y é a variável dependente (HOFFMANN, 2016).

Destaca-se ainda que a inserção das variáveis independentes (marcadores de desenvolvimento social) ao modelo linear múltiplo se deu pelo método *Stepwise-Backward*, ou seja, todas as variáveis são incluídas de uma só vez na equação e depois são retiradas uma a uma até que sejam encontrados os melhores preditores (ABBAD; TORRES, 2002).

Posteriormente, investigou-se a existência de autocorrelação espacial por meio do Teste Global de Moran dos resíduos da regressão linear (ANDRADE, 2012). Este teste mede a autocorrelação espacial, o que significa a correlação de uma certa variável (atributo) Z numa área i com os valores dessa mesma variável em áreas vizinhas, ou seja, mede o desvio padronizado de uma variável Z numa área i com desvio padronizado das áreas vizinhas para a mesma variável Z (ANSELIN, 1996; MARQUES; SCALON; OLIVEIRA 2008).

Salienta-se que a hipótese nula é que as observações não são autocorrelacionadas, e, conseqüentemente, que os resíduos do modelo também são independentes e não autocorrelacionados, têm variância constante, e apresentam distribuição normal com média zero (CÂMARA et al., 2004).

Dessa forma, segundo Câmara et al. (2004), no caso de dados espaciais, quando a autocorrelação espacial é identificada, as estimativas do modelo devem incorporar esta estrutura espacial, uma vez que a dependência entre as observações altera o poder explicativo do modelo. Assim, no caso de existir autocorrelação espacial, deve-se especificar qual é o modelo que considera a interferência causada pela mesma (CÂMARA et al., 2004).

Destarte, ao identificar-se autocorrelação espacial nos resíduos do modelo da regressão linear múltipla, recorreu-se aos modelos com efeitos espaciais globais, os quais objetivam capturar a estrutura de correlação espacial em apenas um parâmetro e adicioná-lo ao modelo de regressão linear (MAGALHÃES; MEDRONHO, 2017; ARAÚJO; URIBE-OPAZO; JOHANN, 2014). Há duas alternativas para tratar a autocorrelação global em um modelo de regressão (CÂMARA et al., 2004).

O primeiro modelo espacial global possível é o autoregressivo misto (*Spatial Lag Model* ou *Spatial AutoRegressive – SAR*), o qual atribui à variável dependente Y a autocorrelação espacial ignorada. O conceito básico neste modelo é incorporar a autocorrelação espacial como componente do modelo. Matematicamente, pode ser descrito pela equação a seguir:

$$Y = \rho WY + X\beta + \varepsilon$$

Onde W é a matriz de proximidade espacial, e o produto WY expressa a dependência espacial em Y e ρ é o coeficiente espacial autoregressivo.

O outro modelo espacial global é o do erro espacial (*Spatial Error Model* ou *Conditional Auto Regressive – CAR*), que considera os efeitos espaciais como um elemento que necessita ser retirado (ARAÚJO; URIBE-OPAZO; JOHANN, 2014). Pode ser expresso por:

$$Y = X\beta + \varepsilon,$$

$$\text{Sendo, } \varepsilon = \lambda W + \xi$$

Onde: $W\varepsilon$ é a componente do erro com efeitos espaciais, λ é o coeficiente autoregressivo e ξ é a componente do erro com variância constante e não correlacionada.

Para escolher qual modelo melhor se ajustou às variáveis apresentadas, levou-se em consideração aquele que apresentou o maior valor do Log da Verossimilhança, o qual caracteriza-se como um teste de hipótese que compara a qualidade do ajuste entre dois modelos (SAN PEDRO et al., 2017), menores valores do critério de informação de Akaike (AIC) e maior R^2 ajustado, que varia entre 0 e 1, indicando, em porcentagem, o quanto o modelo consegue explicar a relação proposta (GUJARATI, 2006).

Para finalizar, os resíduos do modelo selecionado foram analisados por meio do índice de Moran para verificar se a autocorrelação espacial foi extinta após a inserção do modelo espacial.

As análises das modelagens estatísticas foram processadas no *software* OpenGeoDa 1.0.1.

6.6 Aspectos éticos

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da EERP/USP, de acordo com as Diretrizes e Normas Regulamentadoras de Pesquisa em Seres Humanos, Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde, sob Certificado de Apresentação para Apreciação Ética nº 41398915.6.0000.5393, emitido em 4 de março de 2015 (ANEXO B).

RESULTADOS

“Tenho a impressão de ter sido uma criança brincando à beira-mar, divertindo-me em descobrir uma pedrinha mais lisa ou uma concha mais bonita que as outras, enquanto o imenso oceano da verdade continua misterioso diante de meus olhos. ”

(Isaac Newton)

7.1 Fase exploratória dos dados do SIM

No período de 2008 a 2014 foram notificados 154 casos óbitos por tuberculose, com CID de A15.0 a A19.9 no SIM. A idade mínima dos casos foi de 15 e a máxima de 101 anos, com média de 55 anos (DP= 17,72), mediana e moda de 55 anos.

A Tabela 3 apresenta o perfil epidemiológico dos óbitos. Para o período estudado, o maior percentual dos óbitos referiu-se a pessoas do sexo masculino (n= 115; 74,7%), com idade entre 15 e 59 anos (n= 94; 61,0%), raça/cor parda (n=78; 50,6%), estado civil solteiro (n= 81; 52,6%). Foram predominantes ainda as características escolaridade, com destaque ao ensino fundamental completo (n= 32; 20,8%), e, no que se refere à ocupação, aposentado foi a mais citada (n=20; 13,0%), com destaque para o número de ignorados (n = 76; 49,4%).

Observou-se, ainda, que a maior proporção dos óbitos ocorreu no hospital (n=127; 82,6); e a maioria deles recebeu assistência médica antes da ocorrência do evento (n= 90; 58,50). Sendo o médico assistente (n= 50; 32,5%) o responsável pela maior parte do preenchimento das DOs. Verificou-se também, quanto ao o maior percentual dos óbitos (n= 76; 49,4%), que os indivíduos não foram submetidos ao exame de necropsia.

Tabela 3 – Perfil epidemiológico dos óbitos por tuberculose. Natal/Rio Grande do Norte, Brasil (2008 - 2014)

Variáveis	n	%
Idade		
0-14 anos	0	0,0
15-59 anos	94	61,0
≥ 60 anos	60	39,00
Sexo		
Masculino	115	74,7
Feminino	39	25,0
Raça/cor		
Parda	78	50,6
Branca	45	29,2
Preta	11	7,1
Ignorado	20	13,1
Estado civil		
Solteiro	81	52,6
Casado	47	30,6
Viúvo	13	8,4
Divorciado	3	1,9
União estável	1	0,6
Ignorado	9	5,90
Escolaridade		
Ensino fundamental completo	32	20,8
Ensino fundamental incompleto	28	18,2
Ensino médio	22	14,3
Ensino superior incompleto	10	6,5
Sem escolaridade	8	5,2
Ensino superior completo	5	3,2
Ignorado	49	31,8
Ocupação		
Aposentado	20	13,0
Dona de Casa	16	10,5
Trabalhadores da Construção Civil	14	9,1
Trabalhadores do Comércio	10	6,4
Trabalhadores agropecuários e de pesca	6	3,9
Caseiro	2	1,3
Outros	10	6,4
Ignorado	76	49,4
Local de ocorrência do óbito		
Hospital	127	82,6
Domicílio	20	13,0
Outros	3	1,9
Outros Estabelecimento de Saúde	2	1,3
Via Pública	1	0,6
Ignorado	1	0,6
Assistência médica		
Sim	90	58,5
Não	13	8,4
Ignorado	51	33,1

continua...

Variáveis	n	%
Necropsia		
Não	76	49,4
Sim	33	21,4
Ignorado	45	29,2
Óbito atestado por médico		
Assistente	50	32,5
Substituto	44	28,6
Serviço de Verificação de Óbito	31	20,1
Instituto Médico Legal	2	1,3
Outro	18	11,7
Ignorado	9	5,8

No que concerne à forma clínica da tuberculose, a Tabela 4 apresenta as frequências das formas clínicas de TB levantadas na investigação, segundo a CID 10. Entre os casos de óbito foi predominante a Tuberculose pulmonar, sem menção de confirmação bacteriológica ou Histológica (A16.2), n=131; 85,1%.

Tabela 4 - Distribuição dos óbitos por tuberculose segundo a forma clínica. Natal/Rio Grande do Norte, Brasil (2008 - 2014)

Código	Definição	n	%
A15.0	Tuberculose pulmonar, com confirmação por exame microscópico da expectoração, com ou sem cultura	1	0,6
A16.2	Tuberculose pulmonar, sem menção de confirmação bacteriológica ou histológica	131	85,1
A16.3	Tuberculose dos gânglios intratorácicos, sem menção de confirmação bacteriológica ou histológica	1	0,6
A16.5	Pleurisia tuberculosa, sem menção de confirmação bacteriológica ou histológica	3	1,9
A16.9	Tuberculose respiratória, não especificada, sem menção de confirmação bacteriológica ou histológica	5	3,2
A17.1	Tuberculoma meníngeo	1	0,6
A18.0	Tuberculose óssea e das articulações	1	0,6
A19.1	Tuberculose miliar aguda de múltiplas localizações	2	1,3
A19.9	Tuberculose miliar não especificada	9	5,8
TOTAL		154	100

7.2 Construção dos indicadores sociais

Para construção dos indicadores socioeconômicos selecionados os dois primeiros componentes. A CP1 reteve 76,12% da variância do conjunto de dados e a CP2, 9,18%, totalizando 85,30% de variância, apresentando autovalores acima de 1.

A Figura 8 apresenta os autovalores em ordem de importância bem como os componentes principais selecionados, considerando também o critério de Kaiser (componentes com autovalores acima de 1).

Figura 8 – *Screeplot* para os autovalores da matriz de correlação dos componentes principais definidos para a representação de indicadores sociais, Natal/Rio Grande do Norte, Brasil (2008-2014)

A Tabela 5 apresenta os autovalores e percentuais de variância total e acumulada das componentes principais. Para essa fase foram considerados as duas primeiras componentes, que juntos apresentaram uma variância acima de 70,0%, valor de referência para esse tipo de análise.

Tabela 5 – Autovalores e percentuais de variância total e acumulada dos componentes principais. Natal/Rio Grande do Norte, Brasil (2008-2014)

Componente	Autovalores	% da variância total	% variância Acumulada
CP1	10.65718	76,12272	76,1227
CP2	1.28537	9,18118	85,3039
CP3	0.82251	5,87508	91,1790
CP4	0.50356	3,59686	94,7758
CP5	0.35177	2,51261	97,2885
CP6	0.17734	1,26670	98,5552
CP7	0.09930	0.70929	99,2645
CP8	0.04341	0,31007	99,5745
CP9	0.02336	0,16683	99,7414
CP10	0.01620	0,11575	99,8571
CP11	0.01017	0,07263	99,9297
CP12	0.00575	0.04105	99,9708
CP13	0.00387	0,02764	99,9984
CP14	0.00022	0,00157	100,0000

A Tabela 6 apresenta a contribuição de cada variável original para os seus respectivos componentes.

Tabela 6 - Autovetores das variáveis originais para a construção dos marcadores de desenvolvimento social, Natal/Rio Grande do Norte, Brasil (2008-2014)

Variáveis	Código das variáveis	CP1	CP2
Taxa de analfabetismo da população de 18 anos ou mais de idade	V1	0,236072	-0,162877
Percentual da população de 18 anos ou mais com fundamental completo	V2	-0,301001	0,076610
Percentual da população de 25 anos ou mais com fundamental completo	V3	-0,300480	0,059820
Percentual da população de 25 anos ou mais com superior completo	V4	-0,266357	-0,218910
Proporção de pobres	V5	0,293603	-0,213293
Percentual da renda total apropriada pelos 20,0% da população com menor renda domiciliar <i>per capita</i>	V6	0,213651	0,592325
Percentual da renda total apropriada pelos 20,0% da população com maior renda domiciliar <i>per capita</i>	V7	-0,254491	-0,377776
Proporção de vulneráveis à pobreza	V8	0,299792	-0,142353
Percentual da renda total apropriada pelos 10,0% da população com maior renda domiciliar <i>per capita</i>	V9	-0,242032	-0,342462
Taxa de desocupação da população de 18 anos ou mais de idade	V10	0,290971	0,105002
Percentual da população que vive em domicílios com banheiro e água encanada	V11	-0,246533	0,278188
Percentual da população que vive em domicílios urbanos com serviço de coleta de lixo	V12	-0,239177	0,303390
Percentual da população que vive em domicílios com energia elétrica	V13	-0,239396	0,240100
Percentual da população que vive em domicílios com densidade superior a 2 pessoas por dormitório	V14	0,295643	-0,037304

Assim, baseado no conceito de desenvolvimento social adotado pelo estudo, a CP1 foi denominada Marcador que expressa menos características de Desenvolvimento Social (DS-). Desta forma, quanto maior e mais positivo o escore, pior o desenvolvimento social da UDH. Enquanto a CP2 guarda mais coerência com o referencial do estudo, agregando características mais plenas em termos de desenvolvimento, trazendo variáveis relacionadas a erradicação de pobreza, oportunidades de emprego, renda, harmonia urbana, sendo, portanto, intitulado Marcador de maior Desenvolvimento Social (DS+). Assim, quanto mais positivo o escore, indica maior desenvolvimento social.

7.3 Análise espacial dos óbitos por TB

7.3.1 Geocodificação dos endereços

Dando seguimento, procedeu-se à análise espacial dos casos. Do total de 154 casos de óbito, oito (5,2%) foram excluídos devido à falta de informações de endereço, eram moradores de rua ou apresentavam como endereço de residência o do hospital, o que inviabilizou a geocodificação dos mesmos. Assim, os 146 casos restantes seguiram para a etapa de análise espacial, desses, 141 (96,6%) foram geocodificados e cinco (3,4%) não tiveram seus endereços encontrados na base cartográfica ou na ferramenta *Google Earth*. Do total de endereços geocodificados, 68 (48,2%) foram identificados na base cartográfica e assim já processados no *software* TerraView, e 73 (51,8%) foram processados pela ferramenta *Google Earth*.

A Figura 9 apresenta o mapa de setores censitários do município com os casos de óbitos georreferenciados.

Figura 9 – Casos de tuberculose georreferenciados por setores censitários. Natal/Rio Grande do Norte, Brasil (2008 - 2014)

7.3.2 Análise de densidade de pontos

Na Figura 10 apresenta-se o mapa temático da densidade dos óbitos por TB ocorridos na zona urbana de Natal, no período de 2008 a 2014. Observa-se que as áreas com maiores densidades de óbitos relacionados à TB estão concentradas nos setores censitários das áreas de abrangência referentes aos distritos de saúde oeste, norte e leste, com uma variação de 1,81 a 9,97 óbitos por TB por km².

Figura 10 - Mapa da distribuição da densidade dos óbitos por tuberculose. Natal/Rio Grande do Norte, Brasil (2008-2014)

7.3.3 Estatística de varredura

A análise espacial de varredura dos óbitos por TB possibilitou a detecção de três áreas de risco espaciais estatisticamente significativas no município (Figura 11). O aglomerado1 ($p=0.026$), considerado de alto risco, foi formado por 17 setores censitários, população de 11.852 habitantes, 12 óbitos por TB, taxa de 13,4 casos de óbito por 100.000 habitantes e RR de 5,77 ($IC_{95\%} = 5,19 - 6,34$). O aglomerado 2 ($p = 0,0032$) foi formado por 50 setores censitários, população de 34.405 habitantes, 23 óbitos por TB, taxa de 8,4 casos de óbito por 100.000 habitantes e RR de 3.82 ($IC_{95\%} = 3,38 - 4,24$). Já o aglomerado espacial 3 ($p = 0.00044$), considerado de proteção para a ocorrência do óbito por TB, foi constituído por 324 setores censitários, população de 280.747 habitantes, 25 óbitos por TB, taxa de 1,1 casos de óbito por 100.000 habitantes e RR de 0,34 ($IC_{95\%} = 0,08 - 0,76$) (Tabela 7).

Figura 11 - Aglomerados espaciais dos óbitos por tuberculose. Natal/Rio Grande do Norte, Brasil (2008 – 2014)

No caso da análise espaço-temporal dos óbitos por TB no município, foi observada apenas uma área de risco estatisticamente significativa (Figura 12). O cluster 1 ($p=0,026$), compreendendo o ano de 2008, possui 129 setores censitários, população de 108.427 habitantes, 15 óbitos por TB, taxa de incidência de 13, seis casos de óbito por 100.000 habitantes e RR de 5,97 ($IC_{95\%}=5,26 - 6,66$) (Tabela 7).

Figura 12 - Aglomerado espaço-temporal dos óbitos por tuberculose. Natal/Rio Grande do Norte, Brasil (2008 a 2014)

Tabela 7- Características das áreas de risco identificadas. Natal/Rio Grande do Norte, Brasil (2008-2014)

Características das áreas de risco identificadas	Risco Espacial			Risco Espaço-Temporal
	Alto Risco 1 (p = 0.026)	Alto Risco 2 (p = 0.0032)	Baixo Risco (p = 0.00044)	Alto Risco (p = 0.026)
Quantidade de setores censitários	17	50	324	129
População	11.852	34.405	280.747	108.427
Número de óbitos	12	23	25	14
Taxa de mortalidade (100.000 hab.)	13,4	8,4	1,1	13,6
Risco Relativo	5,77	3,82	0,34	5,97
Intervalo de Confiança	5,19 - 6,34	3,38 - 4,24	0,08 - 0,76	5,26 - 6,66
Período	2008-2014	2008-2014	2008-2014	2008

Ademais, apresentam-se a seguir imagens retiradas dos aglomerados identificados.

Figura 13 - Localização da rua da Esperança – Bairro Santos Reis – área de alto risco (aglomerado 2) para a mortalidade por TB. Natal/Rio Grande do Norte, Brasil (2017)

Fonte: acervo próprio dos autores.

Figura 14- Localização da rua da Estrela – Bairro Santos Reis – área de alto risco (aglomerado 2) para a mortalidade por TB. Natal/Rio Grande do Norte, Brasil (2017)

Fonte: acervo próprio dos autores.

Figura 15 - Localização da rua dos Paiatis – Bairro Alecrim – área de alto risco (aglomerado 1) para a mortalidade por TB. Natal/Rio Grande do Norte, Brasil (2017)

Fonte: Google Earth

Figura 16- Localização da rua Sátiro Dias – Bairro Alecrim – área de alto risco (aglomerado 1) para a mortalidade por TB. Natal/Rio Grande do Norte, Brasil (2017)

Fonte: Google Earth

Figura 17- Localização da Alameda dos Flamboyantes – Bairro Neópolis – área de baixo risco (aglomerado 3) para a mortalidade por TB. Natal/Rio Grande do Norte, Brasil (2017)

Fonte: Google Earth

Figura 18- Localização da rua Praia das Gameleiras – Bairro Ponta Negra – área de baixo risco (aglomerado 3) para a mortalidade por TB. Natal/Rio Grande do Norte, Brasil (2017)

Fonte: Google Earth

7.3.4 Análise de área – Taxas de mortalidade por tuberculose

Calcularam-se as taxas brutas anuais da mortalidade por TB, considerando os sete anos do estudo. Em seguida, aplicou-se o método bayesiano empírico global. A Figura 19 apresenta o mapa de distribuição das taxas brutas e bayesianas de mortalidade por TB. Observa-se que, antes de aplicar o método bayesiano empírico global, as maiores taxas anuais foram identificadas nas UDHs Santos Reis (59,21 por 100.000 hab./ano), Praia do Meio (13,45 por 100.000 hab./ano) e Orla de Ponta Negra (12,35 por 100.000 hab./ano). Já as mais elevadas taxas bayesianas globais foram identificadas nas UDHs de Santos Reis (8,90 por 100.000 hab./ano), Petrópolis/Praia do Meio/Rocas (5,80 por 100.000 hab./ano) e Mãe Luiza (4,77 por 100.000 hab./ano).

Figura 19 – Mapa das taxas de mortalidade brutas (A) e suavizadas anuais (B) por tuberculose. Natal/Rio Grande do Norte, Brasil (2008-2014)

Em seguida, calcularam-se as taxas de mortalidade bayesianas globais de acordo com os períodos de tempo. Entre 2008 e 2009 as taxas variaram de 2,08 a 8,36 casos por 100.000 habitantes e os maiores valores foram apresentados pelas UDHs localizadas nos distritos leste, oeste e norte. No período de 2010 a 2011 os índices variaram de 0,15 a 38,52 casos por 100.000 habitantes, com os valores mais elevados localizados nas unidades do distrito leste. Para intervalo de tempo entre 2012 e 2013, as taxas oscilaram de 0,53 a 9,91 casos por 100.000 habitantes, sendo os valores mais altos distribuídos entre as UDHs dos distritos leste e oeste. Em 2014 os coeficientes variaram de 0,94 a 4,42 casos por 100.000 habitantes e abrangeram todos os distritos oeste, leste e norte do Município de Natal (Figura 20).

Figura 20- Mapas das taxas suavizadas de mortalidade por tuberculose, segundo o período de tempo. Natal/Rio Grande do Norte, Brasil (2008-2014)

7.3.5 Análise de dependência espacial

O resultado do índice de Moran Global ($I = 0,324$, $p = 0,002$) demonstrou a existência de autocorrelação espacial da taxa bayesiana global da mortalidade por TB.

No que se refere ao índice local de Moran, ou LISA, a Figura 21A apresenta aglomerados estatisticamente significativos ($p < 0,05$) formados com UDHs que pertencem aos distritos leste, sul e norte. No espalhamento do LISA (Figura 21B), o qual apresenta regiões para os valores de LISA significativos, as áreas na cor vermelha (Alto-alto) indicam as cinco UDHs com taxa de mortalidade alta, vizinhas a UDHs que também possuem taxa de mortalidade alta. Essas áreas estão localizadas em regiões dos bairros de Paria do Meio, Rocas, Santos Reis, Petrópolis, Ribeira e Cidade Alta, todas pertencentes ao distrito de saúde leste.

Já as UDHs em verde (Baixo-baixo) representam as 11 UDHs com taxa de mortalidade baixa, vizinhas a UDHs com a mesma situação. Essas áreas estão situadas em regiões dos bairros do distrito de saúde sul: Lagoa Nova, Nova Descoberta, Morro

Branco, Capim Macio, Ponta Negra, Neópolis, Parque das Dunas, Pitimbu, Cidade Satélite e Candelária; e norte: Lagoa Azul: Cidade Praia, Pajuçara, Nova Natal e Gramoré. As UDHs apresentadas na cor branca representam as áreas para as quais não foi detectada autocorrelação espacial (sem significância estatística), ou seja, áreas que não sofreram influência das taxas de mortalidade das suas vizinhas.

Figura 21- Mapa do Indicador Local de Associação Espacial (LISA). A- Significância estatística; B-Espalhamento do LISA. Natal/Rio Grande do Norte, Brasil (2008-2014)

7.3.6 Modelagem estatística

Para a construção do modelo de regressão linear múltipla, considerou-se como variáveis dependentes as taxas bayesianas globais de mortalidade por TB e como variáveis independentes os dois indicadores socioeconômicos. Nos resultados dessa modelagem, observou-se relação estatisticamente significativa ($R^2 = 0,098$; $p=0,0156$) entre a CP2 e as taxas de mortalidade (Tabela 8).

Tabela 8 - Modelo de regressão linear para as taxas bayesianas anuais de mortalidade por tuberculose segundo os indicadores sociais. Natal/Rio Grande do Norte, Brasil (2008 - 2014)

Intercepto e Componentes	Estimativa	Erro Padrão	Valor de t	Valor de p
Intercepto	2,6474	0,1657	15,9756	0,0000
CP1 (Marcador de Menor Desenvolvimento Social)	0,0671	0,0511	1,3121	0,1948
CP2 (Marcador de Maior Desenvolvimento Social)	-0,3698	0,1474	-2,5085	0,0156
R ²	0,093	-	-	-
Log Verossimilhança	-96,414	-	-	-
AIC	198,828	-	-	-

Foi observada autocorrelação espacial dos resíduos da regressão, com índice de Moran Global ($I = 2,624$, $p = 0,008$). Por esse motivo, para introduzir os efeitos espaciais, utilizaram-se os modelos *Spatial Lag* e *Spatial Error*. Como somente apresentou resultado estatisticamente significativo com a CP2 (indicador de condição social), essa foi a variável independente dos modelos espaciais.

Para o *Spatial Lag*, o valor do R² foi de 0,207, valor do Log da Verossimilhança de -94,217 e critério de informação de Akaike (AIC) de 194,436. Já, para o modelo *Spatial Error*, a CP2 não apresentou relação estatisticamente significativa com a mortalidade por TB (Tabela 9).

Tabela 9 - Modelo de regressão espacial para as taxas de mortalidade por tuberculose em Natal/Rio Grande do Norte, Brasil (2008 – 2014)

Intercepto e Componentes	Estimativa	Erro Padrão	Valor de t	Valor de p
Intercepto	1,766	0,406	4,348	0,000
CP2 (Marcador de Maior Desenvolvimento Social)	-0,296	0,136	-2,163	0,030
Rho (ρ)	0,334	0,144	2,304	0,021
R ²	0,207	-	-	-
Log Verossimilhança	-94,217	-	-	-
AIC	194,436	-	-	-

Dessa forma, considerando os métodos de regressão utilizados, o modelo escolhido foi o *Spatial Lag*, uma vez que apresentou maior valor do Log da Verossimilhança, menor valor do critério de informação de Akaike e maior valor do R².

Observou-se uma associação negativa entre a mortalidade por TB e o marcador de maior desenvolvimento social no modelo final, o que expressa em termos numéricos que, a cada incremento deste marcador, há decréscimo de 0,296 na taxa de mortalidade.

O mapa de classificação das UDHs segundo o Marcador de Maior Desenvolvimento Social (Figura 22) apresenta, em comparação com o mapa de distribuição das taxas bayesianas de mortalidade por TB (Figura 19B), que as áreas que possuíam os maiores índices de mortalidade, em sua maioria, coincidiram com as UDHs que se classificaram como de desenvolvimento social baixo ou muito baixo.

Figura 22- Mapa de classificação das Unidades de Desenvolvimento Humano de acordo com o Maior Desenvolvimento Social. Natal/Rio Grande do Norte, Brasil (2008-2014)

8. DISCUSSÃO

“Agir, eis a inteligência verdadeira. Serei o que quiser. Mas tenho que querer o que for. O êxito está em ter êxito, e não em ter condições de êxito. Condições de palácio tem qualquer terra larga, mas onde estará o palácio se não o fizerem ali? ”

(Fernando Pessoa)

Propôs-se analisar a distribuição e risco espacial e espaço-temporal da mortalidade por TB e sua relação com os marcadores de desenvolvimento social em Natal/RN.

Inicialmente, quanto ao perfil sociodemográfico dos casos de óbito, verificou-se que a maior proporção era do sexo masculino, de solteiros, com raça/cor parda e idade mediana de 55 anos. O que corrobora com os resultados de outros estudos que abordam a mortalidade por TB realizados no Brasil e no mundo (EPÍNDOLA, 2010; VILLA et al., 2014).

Quanto à predominância no sexo masculino, observa-se que acompanha o padrão de incidência da doença, no qual observa-se que a morbidade é maior entre os homens. No município do estudo, em uma pesquisa recente realizada com os casos de doentes por TB, o sexo masculino preponderou sobre o feminino (CAVALCANTE, SILVA, 2013). Tal disparidade entre os sexos pode ser justificada pela relação entre fatores biológicos e sociais, possíveis diferenças de fatores de exposição e prevalência de infecção com evolução para doença, além de questões ligadas ao acesso e procura aos serviços de saúde (MOREIRA et al., 2008).

De acordo com Figueiredo (2008), isso pode estar associado ao fato de que a população em geral tem a ideia de que as unidades de saúde são espaços destinados principalmente a mulheres, idosos e crianças e que a ausência dos homens nesses serviços está relacionada à preocupação incipiente com sua saúde e à busca por serviços de rápida resolução como os prontos-socorros, por exemplo (FIGUEIREDO, 2008).

Silva (2010) vai além e afirma que os homens não possuem ações preventivas de saúde voltadas diretamente para eles e isso tem consequências diretas em sua qualidade de vida, pois diversas doenças são evitáveis ou curáveis quando detectadas precocemente. Ademais, Cecílio et al. (2013) complementam que a maior incidência da TB no sexo masculino pode ser atribuída ao fato de os homens estarem mais presentes no mercado de trabalho; apresentarem maior prevalência de infecção pelo HIV, associada à prevalência de alcoolismo e ao uso de drogas.

No que concerne à cor parda, os resultados também coadunam com os achados de outras pesquisas realizadas (NATIVIDADE, 2013; SANTOS-NETO et al., 2014). De acordo com o MS, as pessoas pretas e pardas têm maior risco de adoecer ou morrer por TB quando comparadas com pessoas brancas, uma vez que o percentual de cura (67,6%) está aquém do observado na população branca (73,5%) e a taxa de abandono (10,8%) é maior, quando comparadas com as pessoas brancas (9,4%). A vulnerabilidade

social, possivelmente, justifica tal assertiva, pois, no Brasil, 14,1% da população preta ou parda estão entre os 10,0% mais pobres do país, além de problemas relacionados ao acesso dos serviços de saúde (BRASIL, 2015).

Concernente à variável ocupação, vale destacar o alto percentual de dados não preenchidos (49,7%), além da diversidade de ocupações apontadas. A situação aposentado foi a que apresentou maior percentual, seguida por donas de casa. Dados que corroboram com os resultados dos estudos de Silva, Ferreira (2007) e Barbosa, Costa (2013), semelhantes também ao encontrado por Cavalcante e Silva (2013) em estudo realizado em Natal. Assim, percebe-se que as ocupações destacadas são menos rentáveis e relacionam-se a um conjunto de determinantes socioeconômicos precários, que aumentam a ocorrência de óbitos por TB (IRIART et al. 2008; SILVA et al., 2008).

Em relação à escolaridade, a maior proporção dos casos possuía ensino fundamental completo. Neste sentido, autores (BATISTA, 2005; OLIVEIRA et al., 2012; SAN PEDRO, 2013) afirmam que a baixa escolaridade, desemprego e renda são fatores individuais responsáveis pelo aumento da incidência da TB e menor adesão ao tratamento e, por isso, também podem influenciar no acesso aos serviços de saúde, assim como no diagnóstico de qualidade. Uma vez que as pessoas com menor escolaridade e renda apresentam dificuldade de se perceberem em risco e aderir ao tratamento, além do acesso individual e desigual à informação, a benefícios advindos do conhecimento, aos bens de consumo e, principalmente, ao serviço de saúde (OLIVEIRA et al., 2012).

Dessa forma, percebe-se que a TB é uma doença da “pobreza”; daqueles que têm baixa escolaridade, ocupações pouco qualificadas, que comem mal, moram mal e não têm acesso aos serviços de saúde (ESPINDOLA, 2010).

Em relação ao perfil operacional, a maior proporção das mortes sucedeu no ambiente hospitalar, com recebimento de atendimento médico antes do óbito. O que corrobora com informações advindas do MS (BRASIL, 2011a), bem como com os achados de outras pesquisas (LARROQUE et al. ,2013; VILLA et al., 2014) e pode indicar fragilidade da APS no que se refere à resolutividade e efetividade no atendimento às demandas do doente de TB, visto que este nível de atenção à saúde deveria ser a porta de entrada da população aos sistemas de serviços de saúde, permitindo o diagnóstico precoce da TB e melhor prognóstico no horizonte clínico da doença.

Além disso, segundo Pelaquin, Silva, Ribeiro (2007), esse fato também indica a necessidade de investimentos contínuos em educação e vigilância no controle da TB no ambiente hospitalar, inclusive buscando melhora nos sistemas de referência/contrarreferência, e traz ainda a importância da atuação de uma equipe multiprofissional que atue em alerta para identificar fatores predisponentes ao óbito e instituir medidas de auxílio aos pacientes como, por exemplo, o tratamento diretamente observado (TDO), disponibilidade de serviço e atuação, pertencentes e de responsabilidade das equipes de atenção básica.

Outro aspecto salutar e deveras preocupante observado na caracterização operacional dos casos foi o expressivo número de óbitos sem realização de necrópsia, uma vez que tal procedimento é conduzido com o objetivo de avaliar a qualidade da assistência médica e, ainda, de melhorar a qualidade das informações sobre causas de morte (GORINA, LENTZNER, 2008). Aliado a isso, a necrópsia é um importante parâmetro para elucidar as comorbidades que acompanham a *Acquired Immunodeficiency Syndrome* (AIDS), como a TB, pois em muitos estudos, nos quais foram realizadas autópsias em pacientes com AIDS, a doença que mais colaborou com o óbito foi a TB (SOUSA et al., 2012). Desta forma, pode-se inferir que, se os exames não foram realizados na maioria dos casos do estudo, o número de mortes relacionadas à doença pode ser ainda mais expressivo do que o notificado.

Concernente ao perfil clínico, observou-se que a forma clínica mais evidenciada foi a tuberculose pulmonar, sem menção de confirmação bacteriológica ou histológica, condizendo com a estimativa do MS de que a média da ocorrência da forma pulmonar fica em torno de 90,0% (BRASIL, 2011a). Diversos estudos que apresentaram dados sobre a mortalidade por TB também apontaram a forma pulmonar na maioria dos casos de óbito (ESPÍNDOLA, 2010; SOUSA et al., 2012).

Quanto à ausência de menção de confirmação bacteriológica ou histológica, indica uma questão preocupante em relação à fidedignidade do diagnóstico da TB, uma vez que exames bacteriológicos, como a baciloscopia e a cultura, disponibilizados na rede pública do SUS, associados ou não à broncoscopia ou à biópsia, são exames que devem ser utilizados para a confirmação diagnóstica (ROCHA et al., 2015). Sendo assim, destaca-se a importância da busca ativa de pacientes para detecção precoce e prevenção da disseminação da doença, uma vez que a forma pulmonar perpetua a transmissão da doença e apresenta alta letalidade (PELAQUIN; SILVA; RIBEIRO, 2007).

Em relação à distribuição espacial dos casos de óbito, pode-se observar, através das variadas técnicas utilizadas, que não houve uma distribuição homogênea, ou seja, não foram distribuídos por todo o município equitativamente, comprovado pela existência de correlação espacial, através do cálculo do Índice Global de Moran das taxas de mortalidade. A distribuição heterogênea dos óbitos por tuberculose também foi observada nos estudos de Barbosa; Cosme (2013), Brunello (2011), Natividade (2013), Queiroga (2012), Mota et al. (2003) e Santos-Neto et al. (2014).

Dessa forma, o método de *Kernel* permitiu identificar “áreas quentes” para a ocorrência dos óbitos, revelando que os eventos estavam concentrados nos distritos de saúde norte, oeste e leste. O uso da técnica de estatística de varredura, que também utilizou os setores censitários como unidades de análise, apontou como locais de maior risco os bairros localizados na região do distrito leste do município. Quando se observa a localização dos setores censitários que compõem a área de alto risco espaço-temporal, percebe-se que esses estão distribuídos entre os bairros da região leste, oeste e norte. Com destaque para os distritos leste e oeste, nos quais a maior parte dos setores das áreas de risco está inserida.

O padrão da distribuição dos casos no espaço também foi visualizado pelos mapas temáticos das taxas de mortalidade, indicando que os maiores índices suavizados foram identificados nas UDHs que fazem parte do distrito de saúde leste. Além disso, o mapa de espalhamento do Moran local exibiu que as áreas com altas taxas, vizinhas de locais com a mesma característica, também estavam situadas no distrito de saúde leste.

Em contraposição, a estatística *scan* expôs que as áreas com baixo risco espacial para o óbito englobaram os setores censitários pertencentes a todos os bairros do distrito sul, além de bairros pertencentes aos distritos leste e oeste.

Nessa perspectiva, percebe-se a partir dos resultados que, apesar de os distritos de saúde oeste e norte terem sido identificados nas análises espaciais, o distrito leste se destacou, sendo a região da cidade que mais apresentou vulnerabilidade à mortalidade por TB.

Nesse sentido, quanto às características socioeconômicas, o distrito leste pertence a uma região com melhores indicadores sociais, entretanto, apresenta bairros (Rocas, Praia do Meio, Santos Reis e Mãe Luiza) os quais possuem índices sociais comparados às regiões norte e oeste, e correspondem aos locais com as maiores taxas de mortalidade e incidência da doença no município (CAVALCANTE, SILVA, 2013; MACEDO, PEDROSA e ALMEIDA, 2012). Outrossim, este distrito tem a menor

população do município (14,3% da população de Natal), porém a maior densidade populacional (71,08 habitantes por hectares) (NATAL, 2014b). E, sendo a TB uma doença infecciosa de disseminação pessoa a pessoa pela via respiratória, as chances de se propagar em áreas mais densamente povoadas são maiores (NATIVIDADE, 2013).

Além disso, outra característica específica dessa região é a desigualdade social, reunindo áreas de baixa vulnerabilidade social junto de regiões de alta vulnerabilidade (MEDEIROS, 2014). Ademais, o distrito leste apresenta uma cobertura da ESF de apenas 37,0% da população, associada à baixa disponibilidade de unidades básicas de saúde (NATAL, 2014a). Apesar de os serviços de saúde não terem sido alvo de investigação no presente estudo, o elevado percentual de óbitos por TB aponta para a deficiência da captação e do acompanhamento dos casos na APS, onde há disponibilidade gratuita de tratamento e diagnóstico da doença. Autores (CURTIS, 2009; ROCHA et al., 2015) ressaltam que áreas com grandes privações sociais tendem a experimentar serviços de saúde pouco resolutivos e com fragilidades em termos do acesso e oferta do elenco de serviços.

Já o distrito norte é altamente populoso, correspondendo a 37,7% da população de Natal, o que pode justificar o fato de ter apresentado taxas de mortalidade mais baixas. Além disso, concentra 40,0% dos assentamentos precários do município, com parcela importante da população vivendo com rendimento médio mensal inferior a um salário mínimo (NATAL, 2008; NATAL, 2014b). Ademais, a maior parte da população que não é atendida pelo sistema formal de abastecimento de água se condensa neste distrito e no distrito oeste (NATAL, 2014b).

No que se refere ao distrito de saúde oeste, este abrange 27,17% da população de Natal, caracteriza-se como o mais pobre do município, com o segundo menor rendimento mensal, é segundo mais populoso e primeiro em concentração de casos de TB. Além disso, apresenta o maior número de pessoas por domicílio, concentrando o maior número de aglomerados subnormais, e com o segundo maior percentual de assentamentos precários (NATAL, 2008; NATAL, 2014b).

Quanto à região sul, onde se localizou a maior parte das áreas com baixo risco de óbito por TB, evidenciada pela análise de varredura, possui habitantes de classe média alta e alta, com a maior renda média mensal (3,45 salários mínimos) e a menor densidade demográfica entre os distritos da cidade, também apresentando o menor número de aglomerados subnormais (NATAL, 2014b).

Diante do supraexposto, percebe-se que os locais mais vulneráveis ao óbito foram, justamente, os que se caracterizam como de alta concentração populacional, apresentam aglomerados subnormais de residências e possuem alta desigualdade social e de renda. O que assinala um crescimento urbano desorganizado, característico de regiões metropolitanas brasileiras, além de um contexto social e econômico precários (SILVA, SOUZA, ALBUQUERQUE, 2016).

Isso posto, se teve o intuito de construir um modelo inferencial que incluísse a relação entre os fatores socioeconômicos e a mortalidade por TB no município em estudo. Na interpretação do modelo final, observa-se uma relação inversa entre maior desenvolvimento social e mortalidade por TB, o que significa que, quanto maior a o desenvolvimento social em uma UDH, menor será a taxa de mortalidade naquela unidade. Observando os mapas das Figuras 19 e 22, percebe-se que as UDHs que apresentaram as maiores taxas coincidem, em sua maioria, com aquelas que indicaram desenvolvimento social baixo ou muito baixo e estão distribuídas nas regiões leste e oeste da cidade.

Sendo assim, se considerarmos o conceito de desenvolvimento social apresentado por Dreze e Sen (1995) como “igualdade de oportunidades sociais”, ou ainda com a ideia apresentada na Cúpula Social de Copenhagen (UN,1995) de que para se ter desenvolvimento social deve-se atender a três critérios: erradicação da pobreza, geração de emprego e harmonia urbana e social, percebe-se a estreita relação dessas definições com que a literatura já consagrou como fatores de risco para a TB.

De acordo com Nagavci et al. (2016), apesar da redução da mortalidade por TB nos últimos anos, a pobreza e a desigualdade social se apresentam como uma das principais preocupações e, por isso, as intervenções para a prevenção da TB devem ser intensificadas e destinadas a reduzir a letalidade pela doença em grupos socioeconômicos mais baixos.

Silva et al. (2008) corroboram com a ideia e afirmam que a mortalidade sofre influência das iniquidades sociais e desigualdades nas condições de vida. No Brasil, nas duas últimas décadas observam-se mudanças sociais importantes, com redução da desigualdade e da pobreza (ANDRADE et al., 2013), contudo, o modelo econômico influencia a permanência da desigualdade social, o que acarreta uma distribuição dissemelhante dos riscos e agravos nos variados grupos populacionais. Assim, sendo a TB uma doença relacionada ao desenvolvimento de um país, as disparidades entre ricos

e pobres inibem a queda de uma doença estreitamente relacionada com a situação social (HINO et al., 2007).

Assim, os resultados do presente estudo coadunam com diversas pesquisas, tanto no âmbito nacional (SAN PEDRO et al., 2017; PINHEIRO et al., 2013; SILVA et al., 2008), quanto internacional (NAGAVCI et al., 2016; ÁLVAREZ-HERNÁNDEZ et al., 2010; ZÜRCHER et al., 2016), mostrando a tenacidade dos fatores socioeconômicos em causar tuberculose e óbitos em decorrência dela, apontando uma distribuição desigual da mortalidade pela doença, com formação de aglomerados entre os grupos populacionais com menor desenvolvimento social.

Neste sentido, levando em consideração que o desenvolvimento social se centra nas mudanças progressivas e na utilização de recursos sociais para aumentar a satisfação e o bem-estar social (NAHAR, 2014), entre as variáveis que influenciam o desenvolvimento social da população e estão associadas ao óbito por TB, a escolaridade dos indivíduos é uma das mais citadas pela literatura. Em uma pesquisa (NAGAVCI et al., 2016) realizada em 11 países europeus, durante a primeira metade do século XXI, em todas as localidades as taxas de mortalidade por TB foram mais altas entre as pessoas com níveis educacionais baixos. Outro (KASELIENĖ, KALĖDIENĖ, 2011), sediado na Lituânia, também demonstrou a mesma relação. Autores (PELAQUIN, SILVA, RIBEIRO, 2007) afirmam que os indivíduos com menor escolaridade possuem menor entendimento do seu estado de saúde, o que implica em autocuidado reduzido, desta forma, procuram menos os serviços de saúde, o que acaba por gerar retardo no diagnóstico da TB, maiores taxas de abandono do tratamento e, consequentemente, maior risco de morrer pela doença.

Quanto à renda, um estudo (PINHEIRO et al., 2013) realizado em 2008 com nove regiões metropolitanas do Brasil apresentou que a renda *per capita* maior que meio salário mínimo está associada com menor incidência da TB. Outra investigação (SILVA et al., 2008) também concluiu que a mortalidade por TB está diretamente relacionada com o precário saneamento básico, número de analfabetos, chefes de domicílios com até três anos de estudo e com renda de até dois salários mínimos.

Em um estudo (BERGONZOLI et al., 2016) realizado nos países da América Latina e Caribe, dentre os determinantes da mortalidade pela doença estão: alfabetização das mulheres, saneamento básico, cobertura de água e esgoto e estado nutricional. De acordo com os autores, todos esses fatores são mediados pela pobreza e

a grande desproporção entre ricos e pobres, desta maneira, melhorar as condições de vida e diminuir a iniquidade social implica em declínio do número de óbitos por TB.

Assim, estudos recentes (SAUNDERS, EVANS, 2016) embasados nos pilares da estratégia *End TB* vêm mostrando a importância de se avançar contra a pobreza e a desigualdade social através da implementação de programas de proteção social para prevenir a TB (RAVIGLIONE, SULIS, 2016).

Em um estudo de coorte prospectiva realizado no Peru, os autores encontraram que a TB continua a ser uma doença relacionada às pessoas que vivem em situação de pobreza e que essa circunstância torna o tratamento da TB pouco acessível às famílias pobres, o que está associado a resultados adversos, como recidiva e morte. A pesquisa em sua segunda fase também mostrou que, quando os pacientes de TB recebiam apoio socioeconômico (financeiro, educação, entre outros), eles apresentaram maiores chances de cura e seus contatos tinham maior propensão a iniciar a terapia preventiva. Assim, a transferência de renda em ambientes com recursos limitados mostrou ser viável para o controle da TB no Peru (WINGFIELD et al., 2016).

Um outro estudo (SIROKA, PONCE, LÖNNROTH, 2016), realizado em nível mundial, mostrou que os gastos com programas de proteção social estavam inversamente relacionados à prevalência, incidência e mortalidade por TB. Outra investigação (REEVES et al., 2014) sucedida em países europeus concluiu que, em locais onde foi despendido menos de 11,0% do seu Produto Interno Bruto (PIB) com proteção social, a associação com a mortalidade por TB foi ainda mais forte. O que demonstra a necessidade de os países demandarem maiores investimentos financeiros para o controle da tuberculose.

Assim, a proteção social associada à cobertura de saúde universal são constituintes medulares das ações de controle da TB pós 2015, disparadas pela estratégia *End TB*, de modo que se reduzam a pobreza e a desigualdade social e se tenha serviços de saúde eficazes, de maneira a atingir a redução em 90,0% da incidência e 95,0% da mortalidade por TB até 2035, conforme meta da OMS. (RAVIGLIONE, SULIS, 2016; MACIEL, 2016).

Diante do supraexposto, depreende-se a importância de se analisar o espaço geográfico de inserção dos diversos grupos populacionais, ao percebê-lo como reflexo das condições econômicas de seus habitantes e sujeito às desigualdades sociais e políticas, podendo influenciar negativamente as condições de vida de seus ocupantes. Ademais, a despeito do espaço geográfico nem sempre coincidir com o espaço social, a

dinâmica e estruturação do primeiro são fruto das relações sociais. Desta forma, a estruturação dos espaços urbanos reflete a condição social e, em última análise, o padrão e o perfil epidemiológico dos grupos populacionais (PAIM et al., 2003).

No presente estudo, ao realizar a modelagem estatística sem inclusão do espaço, encontrou-se um baixo poder explicativo do marcador de maior desenvolvimento social em esclarecer o óbito por TB. Ao se inserir fatores espaciais ao modelo, através do uso de modelos com efeitos espaciais globais, notou-se uma significativa melhoria no potencial explicativo da variável independente, demonstrando a relevância de se analisar o óbito e sua relação com variáveis socioeconômicas no espaço. Autores (MAGALHÃES; MEDRONHO, 2017) afirmam que a inserção de fatores espaciais nas análises dos determinantes das doenças pode apontar novos significados, quando comparados com outras análises, permitindo um melhor entendimento da ocorrência de epidemias e acompanhamento contínuo de áreas com maior vulnerabilidade à ocorrência de doenças (COSTA, SILVEIRA, DONALÍSIO, 2016).

Outrossim, o método bayesiano empírico global mostrou-se eficiente ao promover alisamento das taxas brutas de mortalidade, uma vez que, além de o evento ser raro (23 UDHS não possuíam nenhum caso de óbito por TB), havia muitas UDHS com populações pequenas. O fato de haver áreas contíguas com pequenas populações pode gerar erro no cálculo das taxas brutas, pois não consideram a estrutura espacial das regiões vizinhas (CARVALHO et al., 2012). Assim, perceberam-se UDHS como a de Santos Reis, que apresentou uma variação de uma taxa bruta de 59,21 por 100.000 hab./ano para 8,90 por 100.000 hab./ano, mantendo-se com a maior taxa do município, mas expondo um valor seis vezes menor, quando se considerou as características espaciais.

Além disso é válido destacar que no presente estudo conseguiu-se atingir um percentual de geocodificação (96,6%) considerado adequado e indica qualidade dos resultados e precisão na localização dos casos (MARTINS; DAVIS JR; FONSECA, 2012). O uso de Sistemas de Informações Geográficas (SIG), bem como as técnicas de análise espacial utilizadas permitiram a visualização da distribuição espacial da mortalidade por TB e sua associação com os determinantes sociais locais. O que permite aos gestores e profissionais de saúde a seleção e adoção de políticas sociais e de saúde, com estratégias e intervenções distintas quanto aos problemas dos seus moradores, além da priorização de recursos, contribuindo assim para reduzir as desigualdades em saúde e, conseqüentemente, melhorar os índices de diagnóstico, tratamento e cura da doença.

Como limitação do estudo, tem-se que o mesmo se utiliza de dados secundários, cuja qualidade no preenchimento dos dados pode ter trazido algum viés ao estudo. Outra limitação se refere à própria restrição do SIM, em não conseguir saber por esse sistema, se as mortes por TB ocorreram num período anterior ou posterior ao diagnóstico, o que seria interessante ser estudado em estudos futuros.

Além disso, outro ponto que merece destaque foi o desafio de transformar um constructo tão subjetivo que é o do desenvolvimento social em uma variável métrica com vistas a sua introdução em um modelo de regressão, uma vez que tornar conceitos em indicadores empíricos não é um procedimento simples (FIGUEIREDO FILHO; SILVA JÚNIOR, 2010). Neste sentido, a opção pelo uso a ACP se mostrou bastante pertinente, uma vez que se dispunha de variáveis altamente correlacionadas e após aplicação do método houve a substituição das variáveis originais pelas componentes principais retidas, as quais podem ser tratadas com as novas variáveis explicativas e ampliar a estabilidade dos índices de regressão aferidos (MARQUES; MARQUES, 2005).

Além disso, aponta-se a necessidade da realização de estudos que abordem outras variáveis explicativas da mortalidade por TB. Vale lembrar que a análise de regressão assume a linearidade na relação entre as variáveis, contudo, a associação entre medidas de condições socioeconômicas e problemas de saúde é muitas vezes não linear (VAN RIE, TAYLOR, 2016). Assim, mesmo que a inserção dos efeitos espaciais tenha melhorado significativamente o potencial explicativo da mortalidade por TB, deve-se considerar que outros fatores não mensurados estão relacionados à mortalidade por TB no município.

Dessa forma, sugere-se a realização de estudos com outros desenhos metodológicos, de maior potencial analítico, de modo que se possa revelar a influência direta de outras covariáveis à mortalidade por TB. Além disso, outro aspecto deveras importante para diminuição da incidência e mortalidade por TB refere-se à qualidade dos serviços de saúde prestados, deste modo, encoraja-se a realização de pesquisas que abordem a temática da mortalidade por TB relacionando-a às questões inerentes ao modelo de atenção à saúde e/ou aos profissionais de saúde.

9. CONCLUSÃO

"As pesquisas não mudam a realidade. Quem muda a realidade é o homem. Agora, as pesquisas, as teorias mudam o homem. Se mudarem o homem, ele muda a realidade. Nada nos impede de fazer isso, a não ser o medo, o medo de ousar."

(Marcio Pochmann)

Os resultados da presente investigação apresentaram, em relação ao perfil epidemiológico, que a maioria dos casos era do sexo masculino, raça/cor parda, com idade entre 15 e 59 anos. Maior percentual dos óbitos ocorreu no hospital, sem realização de necropsia e a forma clínica predominante foi a tuberculose pulmonar sem menção de confirmação bacteriológica ou histológica. Além disso, foi possível a construção de dois marcadores de desenvolvimento social a partir das variáveis das UDHS, os quais foram denominados de Menor Desenvolvimento Social e Maior Desenvolvimento Social.

As diversas técnicas de análise espacial e espaço-temporal utilizadas no estudo mostraram que o óbito por TB possui distribuição espacial heterogênea, não-aleatória, destacando áreas localizadas nos distritos de saúde oeste, leste e norte como de maior vulnerabilidade para a mortalidade pela doença. As taxas bayesianas empíricas globais de mortalidade apresentaram autocorrelação espacial significativa e associação negativa com o marcador de maior desenvolvimento social, indicando que o controle da doença está intimamente relacionado à melhoria gradativa do desenvolvimento social na cidade.

Ademais, foi possível comprovar a importância do espaço à investigação e compreensão da ocorrência e distribuição da mortalidade por TB no Município de Natal, comprovando-se, especialmente a hipótese preliminarmente levantada de associação entre mortalidade por TB e desenvolvimento social. Por conseguinte, os resultados da presente pesquisa podem contribuir para o avanço do conhecimento sobre os fatores associados à mortalidade da TB, ao apresentar a variável espaço com objeto relevante para a avaliação da situação atual e das perspectivas ou tendências de alcance das metas estabelecidas pela OMS por meio da estratégia *End TB* de eliminação da tuberculose.

Assim, o estudo aponta importantes potencialidades, inicialmente, pela originalidade, uma vez que não foi encontrada na literatura outra pesquisa que abordasse a mortalidade por TB sob a ótica espacial no município investigado. Além disso, os dados de mortalidade por TB permitiram a comparação entre as regiões da cidade e a consequente identificação de grupos populacionais vulneráveis à doença.

Deste modo, ao demonstrar como o desenvolvimento social, de acordo com a inserção espacial da população no território reflete a desigualdade social e de saúde, o estudo apontou áreas mais vulneráveis à ocorrência de óbitos por TB. E, assim, apresenta-se uma importante ferramenta para o reconhecimento da necessidade de se integrar o setor de saúde com os setores de infraestrutura, habitação, assistência social e

com a própria sociedade civil, com vistas à implementação de ações efetivas e adequadas às realidades locais. E, deste modo, atender às reais necessidades dos grupos populacionais residentes em áreas com maior risco para a mortalidade por TB em Natal/RN.

*REFERÊNCIAS**

* De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 6023.

- ABBAD, G.; TORRES, C.V. Regressão múltipla stepwise e hierárquica em Psicologia Organizacional: aplicações, problemas e soluções. **Estudos de Psicologia (Natal)**, v. 7, n. spe, p. 19-29, 2002.
- ABUAKU, B. Treatment default and death among tuberculosis patients in Hunan, China. **Scandinavian journal of infectious diseases**, v. 42, n. 4, p. 281-7, 2010.
- ALBUQUERQUE, M. F. P. M. et al. Factors associated with treatment failure, dropout, and death in a cohort of tuberculosis patients in Recife, Pernambuco State, Brazil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 23, n. 7, p.1573-1582, 2007.
- ALMEIDA, E. S. **Distritos Sanitários: Concepção e Organização**. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo. Série Saúde & Cidadania, v. 1, 1998.
- ALMEIDA FILHO, N. et al. Research on health inequalities in Latin America and the Caribbean: Bibliometric analysis (1971-2000) and descriptive content analysis (1971-1995). **American Journal of Public Health**, n. 93, p. 2.037-43, 2003.
- ALVAREZ-HERNÁNDEZ, G. et al. An analysis of spatial and socio-economic determinants of tuberculosis in Hermosillo, Mexico, 2000-2006. **International Journal of Tuberculosis and Lung Disease**, v. 14, n. 6, p. 708-13, 2010.
- ANDRADE, F. R. **Ocorrência da dengue em Santana de Parnaíba e relação com medidas de controle**. 2012. 40f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Saúde Pública) – Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2012.
- ANDRADE, M.V. et al. Desigualdade socioeconômica no acesso aos serviços de saúde no Brasil: um estudo comparativo entre as regiões brasileiras em 1998 e 2008. **Economia Aplicada**, v. 17, n. 4, p. 623-645, 2013.
- ANSELIN, L. The Moran scatterplot as an ESDA tool to assess local instability in spatial association. In: FISCHER, M.; SCHOLTEN, H. J.; UNWIN, D. (Ed). **Spatial Analytical Perspectives on GIS**. London: Taylor & Francis, p. 111–125, 1996.
- ARAÚJO, E. C.; URIBE-OPAZO, M.A.; JOHANN, J. A. Modelo de regressão espacial para estimativa da produtividade da soja associada a variáveis agrometeorológicas na região oeste do estado do Paraná. **Engenharia Agrícola**, v.34, n.2, p.286-299, 2014.
- BARBOSA, I. R.; COSTA, I. C. C. Distribuição espacial dos casos novos de tuberculose no estado do Rio Grande do Norte, Brasil. **Revista Baiana de Saúde Pública**, v. 37, n. 2, p. 452-59, 2013.
- BARBOSA, I.R.; COSME, C.L.F. Distribuição espacial dos casos novos de tuberculose pulmonar nos municípios da região norte do Brasil, no período de 2005 a 2010, **Revista Caminhos de Geografia**, v.14, n.47, 2013.
- BATISTA, L.E. Masculinidade, raça/cor e saúde. **Ciência e Saúde Coletiva**, v.10, n.1, p. 71-80, 2005.

BAVIA, M.E. et al. Estatística espacial de varredura na detecção de áreas de risco para a cisticercose bovina no estado da Bahia. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.64, n.5, p.1200-1208, 2012.

BAILEY, T. C.; GATRELL, A. C. **Interactive Spatial Data Analysis**. Essex: Longman, 1995.

BERGONZOLI, G. et al. Determinants of tuberculosis in countries of Latin America and the Caribbean. **Revista Panamericana de Salud Publica**, v. 39, n. 2, p. 101-5, 2016.

BERTOLOZZI, M. R. et al. O controle da tuberculose: um desafio para a saúde pública. **Revista de Medicina**, São Paulo, v. 93, n. 2, p. 83-89, 2014.

BLÖNDAL, K. et al. Overall and cause-specific mortality among patients with tuberculosis and multidrug-resistant tuberculosis. **International Journal of Tuberculosis and Lung Disease**, v. 17, n.7, p. 961-8, 2013.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Manual de procedimento do sistema de informações sobre mortalidade**. Brasília: Ministério da Saúde, 2001.

_____. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Fundação Oswaldo Cruz. **Abordagens espaciais na saúde pública**. SANTOS, S.M.; BARCELLOS, C. (org.). Brasília : Ministério da Saúde, 2006.136 p. : il. – (Série B. Textos Básicos de Saúde) (Série Capacitação e Atualização em Geoprocessamento em Saúde; 1)

_____. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Programa Nacional de Controle da Tuberculose. **Manual de Recomendações para o Controle da Tuberculose no Brasil**. Brasília, 2011a.

_____. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. Programa Nacional de Controle da Tuberculose. **Nota técnica nº 05 de 07 de outubro de 2011**. Define critérios para a priorização de municípios no controle da tuberculose no Brasil. Brasília: Ministério da Saúde; 2011b.

_____. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Boletim Epidemiológico**. Brasília, 2014.

_____. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde: **Boletim Epidemiológico**, 2015.

_____. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Boletim Epidemiológico**, v.48, n. 8, 2017.

BRUNELLO, M.E.F. et al. Áreas de vulnerabilidade para co-infecção HIV-aids/TB em Ribeirão Preto, SP. **Revista de Saúde Pública**, v.45, n.3, 2011.

BUSS P.M.; PELLEGRINI FILHO, A. A Saúde e seus Determinantes Sociais. **PHYSIS: Revista de Saúde Coletiva**, v. 17, n. 1, p. 77-93, 2007.

- CÂMARA, G et al. Análise espacial de áreas. In: DRUCK, S. et al. (org.). **Análise espacial de dados geográficos**. Brasília: Embrapa; 2004. p. 107-151.
- CAMPINAS, L.L.S.L.; ALMEIDA, M.M.M.B. Tuberculose: o desafio da acessibilidade e do acolhimento nos serviços de saúde. **O Mundo da Saúde**, v. 28, n. 1, p. 69-76, 2004.
- CARVALHO, A.X.Y. et al. Taxas bayesianas para o mapeamento de homicídios nos municípios brasileiros. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 28, n. 7, p. 1249-1262, 2012.
- CARVALHO, AI. Determinantes sociais, econômicos e ambientais da saúde. In: **A saúde no Brasil em 2030 - prospecção estratégica do sistema de saúde brasileiro: população e perfil sanitário** [online]. Rio de Janeiro: Fiocruz/Ipea/Ministério da Saúde/Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República, v. 2. p. 19-38, 2013.
- CAVALCANTE, E.F.O.; SILVA, D.M.G.V. Perfil de pessoas acometidas por tuberculose. **Revista da Rede de Enfermagem do Nordeste**, v. 14, n.4, p. 720-9, 2013.
- CECILIO, H.P. et al. Perfil das internações e óbitos hospitalares por tuberculose. **Acta Paulista de Enfermagem**, v.26,n.3, p.250-5, 2013.
- COMISSÃO NACIONAL SOBRE DETERMINANTES SOCIAIS DA SAÚDE (CNDSS). **As causas sociais das iniquidades em saúde no Brasil**. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ; 2008.
- COSTA, J. V.; SILVEIRA, L. V. A.; DONALÍSIO, M. R. Análise espacial de dados de contagem com excesso de zeros aplicado ao estudo da incidência de dengue em Campinas, São Paulo, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 32, n. 8, p. e00036915, 2016.
- COULSTON, J.W.; RITTERS, K.H. Geographic analysis of forest health indicators using spatial scan statistics. **Journal of Environmental Management**, v.31, n.6, p.764-773, 2003
- CURTIS, S. **Health and Inequality: Geographical Perspectives**. Sage Publications, 2009. 329p.
- DAHLGREN, G.; WHITEHEAD, M. **Policies and Strategies to promote social equity in health**. Stocolm: Institute for Future Studies; 1991
- DATIKO, D. G.; LINDTJØRN, B. Mortality in successfully treated tuberculosis patients in southern Ethiopia: retrospective follow-up study **The International Journal of Tuberculosis and Lung Disease**, v. 14, n.7, p. 866-71, 2010.
- DAVIES, T.M.; HAZELTON, M.L. **Adaptive kernel estimation of spatial relative risk**. **Statistics in Medicine**, 2010
- DECLARAÇÃO DE ALMA-ATA. Conferência Internacional sobre cuidados primários de saúde 6-12 de setembro 1978; Alma-Ata; USSR. In: Ministério da Saúde. Secretaria

de Políticas de Saúde. Projeto Promoção da Saúde. **Declaração de Alma-Ata**; Carta de Ottawa. Brasília (DF): Ministério da Saúde; 2001. p. 15.

ESPINDOLA, L.C.D. **Estudo da mortalidade por tuberculose em Campo Grande - MS, 2001 a 2008**. 2010. 53f. Dissertação (Mestrado Profissional em Saúde Pública) - Fundação Oswaldo Cruz, Campo Grande- MS, 2010.

FERRAUDO, A. S. **Técnicas de análise multivariada – uma introdução**. Apostila de Treinamento. Universidade Estadual Paulista (UNESP). 76 p, 2012.

FERREIRA, D. F. **Análise Multivariada**. Lavras. MG. Departamento de Exatas. Apostila 400 f. Universidade Federal de Lavras. 1996.

FERREIRA, A. C. M. **Análise espacial das taxas de mortalidade por atropelamento dos municípios paulistas utilizando ferramentas de estatística espacial**. 2008. 141f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). 2008.

FIGUEIREDO, W.S. **Masculinidades e cuidado: diversidade e necessidades de saúde dos homens na atenção primária**, 2008. 295f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2008.

FIGUEIREDO FILHO, D. B.; SILVA JUNIOR, J. A. Visão além do alcance: uma introdução à análise fatorial. **Opinião Pública**, v. 16, n. 1, p. 160-185, 2010 .

FIORATI, R.C.; ARCÊNCIO, R.A; SOUZA, L.B. As iniquidades sociais e o acesso à saúde: desafios para a sociedade, desafios para a enfermagem **Revista Latino-America de Enfermagem**, v. 24, p. e2683, 2016.

FLEURY-TEIXEIRA, P.; BRONZO, C. Determinação social da saúde e política. In: NOGUEIRA, R.P. (org.) **Determinação Social da Saúde e Reforma Sanitária**. Rio de Janeiro: Cebes, 2010 200p.

GEIB, L.T. C. Determinantes sociais da saúde do idoso. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 17, n. 1, p. 123-133, 2012.

GORINA, Y.; LENTZNER, H. Multiple causes of death in old age. **Aging Trends**, n. 9, p. 1-9, 2008.

GUJARATI, D. **Econometria básica**. 4 ed. Tradução Maria José Cyhlar Monteiro. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.

HAIR JR, J.F. et al. **Análise Multivariada de dados**. Tradução Adonai Schlup Sant'Anna. 6ed. Porto Alegre: Bookman, 2009, 688p.

HARLING, G.; EHRLICH, R.; MYER, L. The social epidemiology of tuberculosis in South Africa: A multilevel analysis. **Social Science & Medicine**, v.66, n.2, p. 492-505, 2008.

HINO, P. et al. Série histórica da mortalidade por tuberculose no Brasil (1980-2001). **Revista Latino-Americana de Enfermagem**, v.15, n. 5, p. 936-41. 2007

HINO, P. et al. Padrões espaciais da tuberculose e sua associação à condição de vida no município de Ribeirão Preto. **Ciência & Saúde Coletiva**, v.16, n.12, p. 4795-4802, 2011.

HOFFMANN, R. **Análise de regressão: uma introdução à econometria** [recurso eletrônico] / Rodolfo Hoffmann. - - Piracicaba: ESALQ/USP, 2015. 393 p. : il.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo Demográfico 2010.

_____. Censo demográfico 2010: resultados gerais da amostra. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. p. 51.

IRIART, J.A.B. et al. Representações do trabalho informal e dos riscos à saúde entre trabalhadoras domésticas e trabalhadores da construção civil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v.13, n. 1, p. 165-74, 2008 .

JANNUZZI, P. M. **Indicadores sociais no Brasil: conceitos, medidas e aplicações**. 4.ed. Campinas: Alínea; PUC-Campinas, 2001.

JOLLIFFE, I.T. **Principal component analysis**. 2ª ed. New York: Springer; 2004.

KASELIENĖ, S.; KALĖDIENĖ, R. Inequalities in mortality from infectious diseases and tuberculosis by the level of education in Lithuania. **Medicina (Kaunas)**, v. 47, n. 6, p. 347-53, 2011.

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

KURBATOVA, E.V. Predictors of poor outcomes among patients treated for multidrug-resistant tuberculosis at DOTS-plus projects. **Tuberculosis (Edinb)**, v. 92, n. 5, p. 397-403, 2012.

KUBRUSLY, L. S. Um procedimento para calcular índices a partir de uma base de dados multivariados. **Pesquisa Operacional**, v. 21, n. 1, p. 107-117, jun, 2001.

LARROQUE, M.M. et al. Mortalidade por tuberculose: municípios prioritários de Mato Grosso do Sul, 1999-2008. **Arquivos de Ciências da Saúde**, v. 17, n.3, p. 163-69, 2013.

LIMA, M.S. **Padrões espaço-temporais da mortalidade relacionada à coinfeção tuberculose e HIV/aids no Brasil, 2000-2011**. 2015. 115f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza – CE, 2015.

LÖNNROTH, K. et al. Tuberculosis: the role of risk factors and social determinants In: BLAS, E.; KURUP, A.S. (Ed.) **Equity, social determinants and public health programmes**. Geneva: World Health Organization, 2010. 291 p.

LUCENA, S. E. F.; MORAES, R. M. Detecção de agrupamentos espaço-temporais para identificação de áreas de risco de homicídios por arma branca em João Pessoa, PB. **Boletim de Ciências Geodésicas**, v.18, n.4, p.605-623, 2012.

- MACIEL, E.L.N. Estratégias da agenda pós-2015 para o controle da tuberculose no Brasil: desafios e oportunidades. **Epidemiologia Serviços de Saúde**, v. 25, n.2, p. 423-26, 2016.
- MALTA, D.C. et al. Atualização da lista de causas de mortes evitáveis (5 a 74 anos de idade) por intervenções do Sistema Único de Saúde do Brasil. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v.20, n. 3, p.409-12, 2011.
- MANFRÉ, L. A.; LOURENÇO, R. W.; DONALISIO, M. R. Distribuição espacial da tuberculose no município de Sorocaba, São Paulo, Brasil, 2000 – 2007. **Revista Caminhos da Geografia, Uberlândia**, v.11, n. 35, p. 29-43, set. 2010.
- MARQUES, E.; SCALON, C.; OLIVEIRA, M. A. Comparando estruturas sociais no Rio de Janeiro e em São Paulo. **Dados**, v. 51, n. 1, p. 215-238, 2008.
- MARTINS, D.; DAVIS JR, C. A.; FONSECA, F. T. Geocodificação de endereços urbanos com indicação de qualidade. In: XIII Simpósio Brasileiro de Geoinformática, 2012; Campos do Jordão. **Anais...** Campos do Jordão: INPE, 2012, p. 36-41.
- LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos da metodologia científica**. São Paulo: Altas; 2003. 320 p.
- MACEDO, Y.M.; PEDROSA, L.P.D.; ALMEIDA, L.Q. Vulnerabilidade social de Natal, RN, Brasil: operacionalização e mensuração do fenômeno no município. **Revista Geonorte**, v.1, n.4, p.1020-30, 2012.
- MAGALHÃES, M.A.F.M.; MEDRONHO, R.A. Análise espacial da Tuberculose no Rio de Janeiro no período de 2005 a 2008 e fatores socioeconômicos associados utilizando microdados e modelos de regressão espaciais globais. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 22, n.3, p.831-39, 2017.
- MARQUES, J.M.; MARQUES, M. A. As componentes principais no descarte de variáveis em um modelo de regressão múltipla. **Revista da FAE**, v.8, n.1, p.93-101, 2005.
- MEDEIROS, M.D. **Vulnerabilidade socioambiental no município de Natal, RN**. 2014. 150f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes; Natal, 2014.
- MEDRONHO R A. et al. **Epidemiologia**. São Paulo: Atheneu, 2009.
- MINGOTI, S. A. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada**. Belo Horizonte: UFMG, 2007. 297 p.
- MOHER, D. et al. Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. **PLoS Medicine**, v. 6, n.7, p. e1000097, 2009.
- MEE, P. et al. Changing use of traditional healthcare amongst those dying of HIV related disease and TB in rural South Africa from 2003 - 2011: a retrospective cohort study. **BMC Complementary and Alternative Medicine**, v. 17, n. 14, p. 504, 2014.

MOREIRA, C.M.M. Mortalidade específica por tuberculose no estado do Espírito Santo, no período de 1985 a 2004. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v.34, n.8, p. 601-6, 2008.

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

MUSENGE E.; VOUNATSOU, P.; KAHN, K. Space-time confounding adjusted determinants of child HIV/TB mortality for large zero-inflated data in rural South Africa. **Spatial and Spatio-temporal Epidemiology**, v. 2, n. 4, p. 2015-17, 2011.

MUSENGE, E. et al. The contribution of spatial analysis to understanding HIV/TB mortality in children: a structural equation modelling approach. **Global Health Action**, v. 24, n.6, p. 19266, 2013.

NAGAVCI, B.L. et al. Inequalities in tuberculosis mortality: long-term trends in 11 European countries. **International Journal of Tuberculosis and Lung Disease**, v.20, n.5, p. 574-81, 2016.

NAHAR, S. Text analysis of social development as a concept. 2014.397f. Dissertação (Mestrado em Trabalho Social) - Faculty of the Graduate School, University of Texas At Arlington, Texas, 2014.

NÁJERA-ORTIZ, J.C. et al. Demographic, health services and socio-economic factors associated with pulmonary tuberculosis mortality in Los Altos Region of Chiapas, Mexico. **International Journal of Epidemiology**, v. 37, n. 4, p. 786-95, 2008.

NATAL. Secretaria Municipal de Saúde. **(RE)desenhando a rede de saúde da cidade do Natal**. Natal, RN, 2007.

_____. Prefeitura Municipal de Natal. Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Urbanismo (SEMURB). **Conheça melhor o seu bairro: Alecrim**. Natal/RN 2008, 51p

_____. Secretaria Municipal de Saúde. Prefeitura Municipal do Natal. **Carteira de serviços da Atenção Básica de Natal**. Natal- RN, 2014a.

_____. Prefeitura Municipal de Natal. Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Urbanismo (SEMURB). **Natal Anuário 2014**, Natal/RN 2014b, 404p.

NATIVIDADE, M.S. **Análise espacial da mortalidade por tuberculose e sua relação com as condições de vida**. 2013. 63f. Dissertação (Mestrado em Saúde Coletiva) - Instituto de Saúde Coletiva, Universidade Federal da Bahia, Salvador- BA, 2013.

OLIVEIRA, G.P. et al. Uso do sistema de informação sobre mortalidade para identificar subnotificação de casos de tuberculose no Brasil. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v, 15, n.3, p. 468-77, 2012.

OLIVEIRA, U., BRESCOVIT, A.D., SANTOS, A.J. Delimiting Areas of Endemism through Kernel Interpolation. **PLoS ONE**, 2015.

PAIM J.S. Abordagens teórico-conceituais em estudos de condições de vida e saúde: notas para reflexão e ação. In: Barata RB. **Condições de vida e situação de saúde**. Rio de Janeiro: ABRASCO; p. 7-30, 1997.

PAIM, J.S. et al. Desigualdades na situação de saúde do município de Salvador e relações com as condições de vida. **Revista de Ciências Médicas e Biológicas**, v. 2, n. 1, p. 30-39, 2003.

PELAQUIN, M. H. H.; SILVA, R.S.; RIBEIRO, S. A. Fatores associados ao óbito por tuberculose na zona leste da cidade de São Paulo, 2001. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v.33, n.3, p. 311-317, 2007.

PENSO, J. M.; PÉRICO, E. Análise Espaço-Temporal da Mortalidade por Diabetes Mellitus no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 9, n. 6, 2016.

PEREIRA, A. G. L. et al. Distribuição espacial e contexto socioeconômico da tuberculose, Rio de Janeiro, Brasil. **Revista de Saúde Pública**, v. 49, n.48, 2015.

PEROBELLI, F.S. et al. Produtividade do setor agrícola brasileiro (1991-2003): uma análise espacial. **Nova Economia**, v. 17, n. 1, p. 65-91, 2007.

PINHEIRO, R.S. et al. Determinantes sociais e autorrelato de tuberculose nas regiões metropolitanas conforme a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios, Brasil. **Revista Panamericana de Salud Publica**, v. 34, n.6, 2013.

PFEIFFER, D.U. **Spatial Analysis in Epidemiology**. New York (NY): Oxford University Press; 2008.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO (PNUD): **Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil**. PNUD, 2013.

QUEIROGA, R.P.F. et al. Distribuição espacial da tuberculose e a relação com condições de vida na área urbana do município de Campina Grande. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v.15, n.1, p. 222-32, 2012.

RAVIGLIONE, M.; SULIS, G. Tuberculosis 2015: Burden, Challenges and Strategy for Control and Elimination. **Infectious Disease Reports**, v.8, n.2, p.6570, 2016.

REEVES, A. et al. Social protection and tuberculosis control in 21 European countries, 1995–2012: a cross-national statistical modelling analysis. **Lancet Infectious Disease**, n.14, p. 1105-12, 2014.

ROCHA, M.S. et al. Do que morrem os pacientes com tuberculose: causas múltiplas de morte de uma coorte de casos notificados e uma proposta de investigação de causas presumíveis. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 31, n.4, p. 709-21, 2015.

ROTHMAN, K. J.; GREENLAND, S. L.; TIMOTHY, L. **Modern Epidemiology**, 3rd Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2008.

- SÁNCHEZ-BARRIGA, J. J. Tendencias de mortalidad y riesgo de muerte por tuberculosis pulmonar en las 7 regiones socioeconómicas y los 32 estados de México, 2000-2009. **Archivos de Bronconeumología**, v. 51, n. 1, p. 16-23.
- SAMPAIO, R.F.; MANCINI, M.C. Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica. **Brazilian Journal of Physical Therapy**, v. 11, n. 1, p. 83-89, 2007.
- SAN PEDRO, A.; OLIVEIRA, R.M. Tuberculose e indicadores socioeconômicos: revisão sistemática da literatura. **Revista Panamericana de Salud Publica**, v. 33, n.4, p. 294-301, 2013.
- SAN PEDRO, A. et al. Tuberculose como marcador de iniquidades em um contexto de transformação socioespacial. **Revista de Saúde Pública**, v.51, 9, 2017.
- SANTOS, C.B. et al. Utilização de um Sistema de Informação Geográfica para descrição dos casos de tuberculose. **Boletim de Pneumologia Sanitária**, v.12, n.1, p.07-12, 2004.
- SANTOS, M.L.S.G. et al. Pobreza: caracterização socioeconômica da tuberculose. **Revista Latino-Americana de Enfermagem**, v.15, p. 762-67, 2007.
- SANTOS JUNIOR, J. D. O.; PEREIRA, B. B. Estudo dinâmico da mortalidade por tuberculose no Estado de São Paulo, Brasil: uma abordagem bayesiana. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 27, n. 7, 2011.
- SANTOS-NETO, M. et al. Análise espacial dos óbitos por tuberculose pulmonar em São Luís, Maranhão. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 40, n. 5, p. 543-551, 2014.
- SANTOS, A.E.; RODRIGUES, A.L.; LOPES, D.L. Aplicações de estimadores bayesianos empíricos para análise espacial de taxas de mortalidade. In: VII Simpósio Brasileiro de Geoinformática, 2005; Campos do Jordão. **Anais...** Campos do Jordão: INPE, 2005, p. 300-09.
- SAUNDERS, M.J.; EVANS, M.J. Fighting poverty to prevent tuberculosis. **The Lancet**, v.16, n. 4, p. 395-6, 2016.
- SCATENA, L.M. et al. Dificuldades de acesso a serviços de saúde para diagnóstico de tuberculose em municípios do Brasil. **Revista de Saúde Pública**, v.43, n.3, p.389-97, 2009.
- SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico**. São Paulo: Gortez, 2000.
- DREZE, J.; SEN, A. **India Economic Development and Social Opportunity**. Oxford University Press, 1995
- SILVA, D.M; FERREIRA, M.E. **Perfil da Mortalidade por Tuberculose no município de recife, 2003-2005**. 2007. Monografia (especialização em análise de dados de epidemiologia do departamento de saúde coletiva) - Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães, Fundação Oswaldo Cruz, Recife, 2007.

- SILVA, V. L. et al. Associação entre carência social e causas de morte entre idosos residentes no Município de Recife, Pernambuco, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 24, n. 5, p. 1013-23, 2008.
- SILVA, L. M. V. Saúde e espaço social. In: NOGUEIRA, R.P (Org.). **Determinação Social da Saúde e Reforma Sanitária**. Rio de Janeiro: Cebes, 2010 200p.
- SILVA, CMQ. **A masculinidade como fator impeditivo para o acesso aos serviços e ao autocuidado: uma revisão de literatura**. 2010. 35f, Monografia (Especialização em Atenção Básica em saúde da Família) - Universidade Federal de Minas Gerais, Governador Valadares, Minas Gerais, 2010.
- SILVA, A.P.S.C.; SOUZA, W.V.; ALBUQUERQUE, M.F.P.M. Two decades of tuberculosis in a city in Northeastern Brazil: advances and challenges in time and space. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v.49, n. 2, p. 211-21, 2016.
- SIROKA, A.; PONCE, N. LÖNNROTH, K. Association between spending on social protection and tuberculosis burden: a global analysis. **Lancet Infectious Disease**, v.16, n.4, p. 473-9, 2016.
- SOBRAL, A.; FREITAS, C.M. Modelo de organização de indicadores para operacionalização dos determinantes socioambientais da saúde. **Saúde e Sociedade**, v. 19, n. 1, p. 35-47, 2010.
- SOUSA, L. M. O; PINHEIRO, R. S. Óbitos e internações por tuberculose não notificados no município do Rio de Janeiro. **Revista de Saúde Pública**. v. 45, n.1, p.31-9, 2011.
- SOUZA JÚNIOR, et al. **A malária no Amazonas na primeira década do século XXI. Uma análise puramente espacial**. In: XIX Simpósio Nacional de Probabilidade e Estatística (SINAPE), 2010, São Pedro. **Anais...** São Pedro, 2010.
- SOUSA, M.G.G. et al. Investigação de óbitos por tuberculose, ocorridos na Região Metropolitana do Recife (PE), registrados no Sistema de Informação de Mortalidade, entre 2001 e 2008. **Cadernos de Saúde Coletiva**, v. 20, n.2, p. 153-60, 2012.
- STEPHAN, C. **Distribuição espacial do risco de acidente do trabalho entre trabalhadores precarizados de Piracicaba**. 2008. 67f. Tese (Doutorado em Saúde Coletiva) - Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas-SP, 2008.
- STOP-TB. **Reach the 3 million. Find. Treat. Cure TB**. 2014.
- SPENCER, N.H. **Essentials of Multivariate data Analysis**. CRC PRESS: Taylor & Francis Group, 2014.186 p.
- TARLOV, A. Social determinants of health: the sociobiological translation. In: BLANE D, BRUNNER E, WILKSINSON R (ed.). **Health and social organization**. London: Routledge; 1996. p. 71-93.

TEIXEIRA G.M. Aprofundar o conhecimento espacial da tuberculose para melhor combatê-la. **Boletim de Pneumologia Sanitária**. v.12, n.3, p.141-43, 2004.

UNITED NATIONS (UN). **The Copenhagen declaration and programme of action: world summit for social development**. New York: United Nations, 1995.

UPLEKAR, M. et al. WHO's Global TB Programme. WHO's new end TB strategy. **Lancet**, v. 385, p. 1799-1801, 2015.

VAN RIE, A.; TAYLOR, R. . Can we translate findings on inequality in tuberculosis mortality into policy? **International Journal of Tuberculosis and Lung Disease**, v. 20, n.5, p. 569–570, 2016.

VICENTIN, G.; SANTO, A.H. ; CARVALHO, M. S. Mortalidade por tuberculose e indicadores sociais no município do Rio de Janeiro. **Ciência & Saúde Coletiva**, v.7, n.2, p.253-263, 2002.

VILLA, L. et al . Análisis de la mortalidad por tuberculosis en Medellín, 2012. **Biomédica**, v. 34, n. 3, p. 425-432, 2014.

WAGNER, M.B.; CELLEGARI-JACQUES, S.M. Medidas de associação em estudos epidemiológicos: risco relativo e odds ratio. **Jornal de Pediatria**, v. 74, p. 247-51, 1998.

WALDOW, V. R. Examinando o conhecimento na enfermagem. In MEYER et al. **Marcas da diversidade: saberes e fazeres da enfermagem contemporânea**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

WINGFIELD, T. Beyond pills and tests: addressing the social determinants of tuberculosis. **Clinical Medicine**, v. 16, n.6, p. s79–s9, 2016.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados à Saúde. 10**. São Paulo: Centro Colaborador da OMS para a Classificação de Doenças em Português, 1996.

_____. **A Conceptual Framework for Action on the Social Determinants of Health**. Geneve: Commission on Social Determinants of Health; 2007.

_____. **Global Tuberculosis Report 2015**: WHO report 2015. Geneva: WHO; 2015.

_____. **Global Tuberculosis Report 2015**. Geneva: WHO; 2016.

YAMAMURA, M. et al. Características epidemiológicas dos casos de óbito por tuberculose e territórios vulneráveis. **Revista Latino-Americana de Enfermagem**, v. 23, n. 5, p. 910-18, 2015.

YEN, Y.F. et al. Prognostic factors associated with mortality before and during anti-tuberculosis treatment. **International Journal of Tuberculosis and Lung Disease**, v. 17, n. 10, p. 1310-6, 2013.

ZÜRCHER, K. et al. Tuberculosis Mortality and Living Conditions in Bern, Switzerland, 1856-1950. **PLOS ONE**, v. 11, n. 2, p. e0149195, 2016.

ANEXO A – Declaração de óbito

República Federativa do Brasil Ministério da Saúde 1ª VIA - SECRETARIA DE SAUDE		Declaração de Óbito		
I Identificação	1 Tipo de óbito 1 ☐ Fetal 2 ☐ Não Fetal	2 Data do óbito	3 Cartão SUS	
	4 Naturalidade	Município / UF (se estrangeiro informar País)		
	5 Nome do Falecido	6 Nome do Pai		
	7 Nome da Mãe	8 Data de nascimento		
II Residência	9 Idade Anos completos Meses Dias Horas Minutos	10 Sexo 1 ☐ M - Masc. 2 ☐ F - Fem. 3 ☐ Ignorado	11 Raça/Cor 1 ☐ Branca 4 ☐ Parda 2 ☐ Preta 5 ☐ Indígena 3 ☐ Amarela 6 ☐ Ignorada	
	12 Situação conjugal 1 ☐ Solteiro 4 ☐ Separado judicialmente 2 ☐ Casado 5 ☐ União estável 3 ☐ Viúvo 6 ☐ Ignorada	13 Escolaridade (última série concluída) 0 ☐ Sem escolaridade 3 ☐ Médio (antigo 2º grau) Ignorado 1 ☐ Fundamental I (1ª a 4ª Série) 4 ☐ Superior incompleto 2 ☐ Fundamental II (5ª a 8ª Série) 5 ☐ Superior completo	14 Ocupação habitual (informar anterior, se aposentado / desempregado)	Código CBO 2002
	15 Logradouro (rua, praça, avenida, etc.)	Número	Complemento	16 CEP
	17 Bairro/Distrito	Código	18 Município de residência	Código 19 UF
III Ocorrência	20 Local de ocorrência do óbito 1 ☐ Hospital 3 ☐ Domicílio 5 ☐ Outros 2 ☐ Outros estab. saúde 4 ☐ Via pública	21 Estabelecimento	Código CNES	
	22 Endereço da ocorrência, se fora do estabelecimento ou da residência (rua, praça, avenida, etc.)	Número	Complemento 23 CEP	
	24 Bairro/Distrito	Código	25 Município de ocorrência	
	26 UF	Código	27 UF	
IV Fetal ou menor que 1 ano	PREENCHIMENTO EXCLUSIVO PARA ÓBITOS FETAIS E DE MENORES DE 1 ANO - INFORMAÇÕES SOBRE A MÃE			
	28 Idade (anos) Nível	29 Escolaridade (última série concluída)	30 Ocupação habitual (informar anterior, se aposentada / desempregada)	Código CBO 2002
	31 Número de filhos vivos	32 Nº de semanas de gestação	33 Tipo de gravidez	34 Tipo de parto
	35 Morte em relação ao parto 1 ☐ Antes 2 ☐ Durante 3 ☐ Depois 9 ☐ Ignorada	36 Peso ao nascer	37 Número da Declaração de Nascimento	38
V Condições e causas do óbito	ÓBITO DE MULHER EM IDADE FÉRTIL			
	ASSISTÊNCIA MÉDICA			
	DIAGNÓSTICO CONFIRMADO POR:			
	ANOTE SOMENTE UM DIAGNÓSTICO POR LINHA			
VI Médico	41 Nome do Médico			
	42 CRM			
	43 Óbito atestado por Médico			
	44 Município e UF do SVO ou IML			
VII Causas externas	45 Meio de contato (telefone, fax, e-mail, etc.)			
	46 Data do atestado			
	47 Assinatura			
	48 Tipo			
VIII Cartório	49 Tipo			
	50 Fonte da informação			
	51 Descrição sumária do evento, incluindo o tipo de local de ocorrência			
	52 SE A OCORRÊNCIA FOR EM VIA PÚBLICA, ANOTAR O ENDEREÇO			
IX Localid. S/Médico	53 Logradouro (rua, praça, avenida, etc.)			
	54 Código			
	55 Cartório			
	56 Registro			
57 Data				
58 Município				
59 UF				
60 Declarante				
61 Testemunhas				
62				
63				

ANEXO B - Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa

Centro Colaborador da Organização Mundial da Saúde
para o Desenvolvimento da Pesquisa em Enfermagem

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENFERMAGEM DE RIBEIRÃO PRETO

Avenida Bandeirantes, 3900 - Ribeirão Preto - São Paulo - Brasil - CEP 14040-902
Fone: 55 16 3315-3382 - 55 16 3315-3381 - Fax: 55 16 3315-0518
www.eerp.usp.br - eerp@edu.usp.br

COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA DA EERP/USP

Of.CEP-EERP/USP – 032/2015

Ribeirão Preto, 4 de março de 2015.

Prezado Senhor,

Comunicamos o projeto de pesquisa, abaixo especificado, foi analisado e considerado **APROVADO** pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, em sua 192ª Reunião Ordinária, realizada em 4 de março de 2015.

Protocolo CAAE: 41398915.6.0000.5393

Projeto: INIQUIDADES SOCIAIS E OS ÓBITOS POR TUBERCULOSE NO MUNICÍPIO DE NATAL-RN: UMA ABORDAGEM GEOESPACIAL.

Pesquisadores: Ricardo Alexandre Arcêncio
Ana Angélica Rêgo de Queiroz

Em atendimento à Resolução 466/12, deverá ser encaminhado ao CEP o relatório final da pesquisa e a publicação de seus resultados, para acompanhamento, bem como comunicada qualquer intercorrência ou a sua interrupção.

Atenciosamente,

Profa. Dra. Claudia Benedita dos Santos
Coordenadora do CEP-EERP/USP

Ilmo. Sr.

Prof. Dr. Ricardo Alexandre Arcêncio
Departamento de Enfermagem Materno-Infantil e Saúde Pública
Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto - USP