

APLICAÇÃO DA ANÁLISE ESPACIAL PARA COMPREENSÃO DA TUBERCULOSE E DETERMINANTES SOCIAIS

APPLICATION OF SPATIAL ANALYSIS TO UNDERSTAND TUBERCULOSIS AND SOCIAL DETERMINANTS

Lívia Fernanda Siqueira Santos 1

Marcelino Santos Neto 2

Adriana Gomes Nogueira Ferreira 3

Ana Lúcia Fernandes Pereira 4

Richard Pereira Dutra 5

Lívia Maia Pascoal 6

Ricardo Alexandre Arcêncio 7

Especialista em Saúde da Família (UFMA). Mestranda do Programa de Pós Graduação em Saúde e Tecnologia (PPGST/UFMA).
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7624118052732114>.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9492-0091>.
E-mail: livia-siqueira2011@hotmail.com

Doutor em Ciências (EERP/USP). Docente Permanente PPGST/UFMA e do Programa de Pós Graduação em Enfermagem (PPEGENF/UFMA).
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2762193275718620>.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6105-1886>.
E-mail: marcelinosn@gmail.com

Doutora em Enfermagem (UFC). Docente Permanente PPGST/UFMA e PPEGENF/UFMA.
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4245835067415813>.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7107-1151>.
E-mail: adrianagn2@hotmail.com

Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos (UFC). Docente Permanente PPGST/UFMA.
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7841826430721579>.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6562-252X>.
E-mail: anafernandesp@gmail.com

Doutor em Biotecnologia (UFMA). Docente Permanente PPGST/UFMA.
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3540029577221469>.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6880-9736>.
E-mail: richard.dutra@ufma.br

Doutora em Enfermagem (UFC). Docente Permanente PPGST/UFMA e PPEGENF/UFMA.
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7758811580828545>.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0876-3996>.
E-mail: livia_mp@hotmail.com

Doutor em Ciências (EERP/USP). Docente Permanente dos Programas de Pós-Graduação Enfermagem em Saúde Pública (EERP/USP) e Programa Interunidades de Doutorado em Enfermagem (EE/EERP-USP).
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9149546439669346>.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4792-8714>.
E-mail: ricardo@eerp.usp.br

Resumo: Objetivou-se analisar as evidências científicas entre tuberculose e determinantes sociais por meio de métodos de análise espacial. Trata-se de uma revisão integrativa, cujas buscas foram realizadas nas bases de dados LILACS, PubMed® e MEDLINE®, em janeiro de 2020, utilizando os descritores "Tuberculosis (TB)", "Spatial Analysis", "Social Indicators", "Social Conditions", "Social inequity", "Health Equity" e "Socioeconomic Factors". Identificaram-se 16 artigos, com aplicação de distintos métodos como indicador Moran global e local, análise bayesiana, análise de dados de áreas, estimativa de Kernel, estatística de varredura espacial, regressão espacial, regressão ponderada geograficamente e método de assinatura digital. Estabeleceu-se a relação entre tuberculose e equidade social em dois estudos no Brasil e os demais explicitaram a ocorrência da doença atrelada a indicadores de desigualdade social. Os métodos utilizados permitiram a compreensão da dinâmica social da doença, por fornecerem subsídios para implementação de estratégias de controle e vigilância, além de enaltecerem a superação das desigualdades socioespaciais.

Palavras-chave: Tuberculose. Análise espacial. Determinantes Sociais da Saúde.

Abstract: The objective was to analyze the scientific evidence between tuberculosis and social determinants using methods of spatial analysis. This is an integrative review, whose searches were carried out in the LILACS, PubMed® and MEDLINE® databases, in January 2020, using the descriptors "Tuberculosis (TB)", "Spatial Analysis", "Social Indicators", "Social Conditions", "Social inequity", "Health Equity" and "Socioeconomic Factors". Sixteen articles were identified, with the application of different methods such as global and local Moran indicator, Bayesian analysis, area data analysis, Kernel estimation, spatial scanning statistics, spatial regression, geographically weighted regression and digital signature method. The relationship between tuberculosis and social equity was established in two studies in Brazil and the others explained the occurrence of the disease linked to indicators of social inequality. The methods used allowed the understanding of the social dynamics of the disease, by providing subsidies for the implementation of control and surveillance strategies, in addition to extolling the overcoming of socio-spatial inequalities.

Keywords: Tuberculosis. Spatial analysis. Social Determinants of Health.

Introdução

Responsável por mais de 10 milhões de novos casos por ano, dos quais menos de dois terços são notificados, a tuberculose (TB) permanece uma ameaça global à saúde e, ainda que o número de mortes pela doença tenha reduzido 42% entre os anos 2000 e 2017, novas políticas de controle são necessárias para atingir metas globais, no sentido de acelerar a progressão pelo fim da TB (WHO, 2019).

O término da epidemia global da TB para o período de 2015-2030 foi pactuado como uma das metas dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) (UN, 2015) e a estratégia STOP TB (WHO, 2015), aprovada pela Organização Mundial de Saúde (OMS), em consonância com essa meta, apela para reduções de 90% e 95%, respectivamente, na detecção de casos novos e mortes pela doença, sobretudo em territórios potencialmente vulneráveis, e enfatiza a necessidade da compreensão da dinâmica social da doença.

Desde a década de 1980, a TB está relacionada ao aparecimento do Vírus da Imunodeficiência Humana (HIV) e ao desenvolvimento da Síndrome da Imunodeficiência Adquirida (AIDS). Embora tenha diagnóstico, tratamento e profilaxia conhecidos, não se pode prever, a curto prazo, sua eliminação, sobretudo em países em desenvolvimento, marcados por intensas desigualdades (MORAES *et al.*, 2018).

Levando-se em consideração ainda que a TB subsiste intimamente relacionada às condições de vida das populações, a diminuição das desigualdades sociais e a adequação dos programas de controle às realidades locais são apontadas como fatores essenciais para a redução da morbimortalidade pela doença (SAN PEDRO; OLIVEIRA, 2013).

Investigações científicas concernentes à distribuição geográfica da TB têm sido amplamente incentivadas e realizadas nas últimas duas décadas em distintos cenários pelo mundo (SANTOS *et al.*, 2018; SANTOS *et al.*, 2014; SAN PEDRO; OLIVEIRA, 2013; HORST; COCO, 2010; SANTOS *et al.*, 2004). Isso porque esta é uma doença considerada essencialmente urbana, e tais estudos podem contribuir para formular hipóteses relacionadas a fatores de risco em nível social (ARROYO *et al.*, 2017).

O geoprocessamento, enquanto conjunto de técnicas de coleta, tratamento e exibição de informações referenciadas geograficamente, funciona como ferramenta de visualização de eventos de saúde em mapas (IBIAPINA; BERNARDES, 2019). Quando correlacionado a métodos estatísticos para a análise de dados epidemiológicos, fornece subsídios para o estabelecimento da relação social dos eventos sob investigação, ao considerar o espaço geográfico na determinação e na difusão de doenças (CHIARAVALLOTTI-NETO, 2016).

A informação sobre a difusão espacial e/ou espaço-temporal de doenças transmissíveis, como a TB, permite compreender sua dinâmica no território, por apontar áreas suscetíveis e tendências no espaço e no espaço-tempo, e sua associação com características locais, como as condições sociais (IBIAPINA; BERNARDES, 2019), que, em mescla com condições culturais e ambientais da população, geram segmentação dos riscos sociais de aglomerações populacionais (PERUHYPE *et al.*, 2014).

Desse modo, explorar a utilização de métodos de análise espacial como ferramenta de prevenção, vigilância e controle da TB constitui importante dispositivo de gestão em saúde, capaz de contribuir para planejar, realizar e avaliar ações, proporcionando a implementação de melhorias pautadas na redução das desigualdades sociais de diversos territórios (IBIAPINA; BERNARDES, 2019; CHIARAVALLOTTI-NETO, 2016; ARCÊNCIO, 2015; RIBEIRO *et al.*, 2015). Dentre os estudos de revisão produzidos intencionados a verificar a aplicação da análise espacial para compreensão da epidemiologia da TB nos territórios (SHAWENO *et al.*, 2018; WOLDEYO-HANNES; ABERA, 2015), nenhum investigou a relação entre os determinantes sociais, a TB e o espaço.

Determinantes sociais, nesta revisão, são tomados como fatores sociais, econômicos ou comportamentais, que influenciam na saúde, positiva ou negativamente, e podem ser influenciados por decisões políticas, econômicas e/ou individuais (SOLAR; IRWIN, 2010).

Considerando a necessidade de avançar na discussão da avaliação dos padrões socioespaciais da TB em diferentes territórios pelo mundo, este estudo teve como objetivo analisar as evidências científicas acerca da relação entre TB e determinantes sociais.

Métodos

Trata-se de uma revisão integrativa da literatura como método de agrupamento dos dados e síntese do conhecimento (ERCOLE; MELO, ALCOFORADO, 2014) sobre a utilização de métodos geospaciais no estabelecimento da relação entre a ocorrência de TB e indicadores sociais no cenário mundial.

Sua construção sucedeu-se em etapas, conforme estabelecido por Whittemore e Knaf (2005): idealização da pergunta norteadora; seleção das palavras-chaves; escolha das bases de dados para pesquisa; estabelecimento de critérios de inclusão para seleção da amostragem; busca dos artigos seguindo os critérios preestabelecidos; delimitação das informações a serem coletadas dos artigos selecionados; análise dos dados; discussão dos resultados e, por conseguinte, apresentação da revisão.

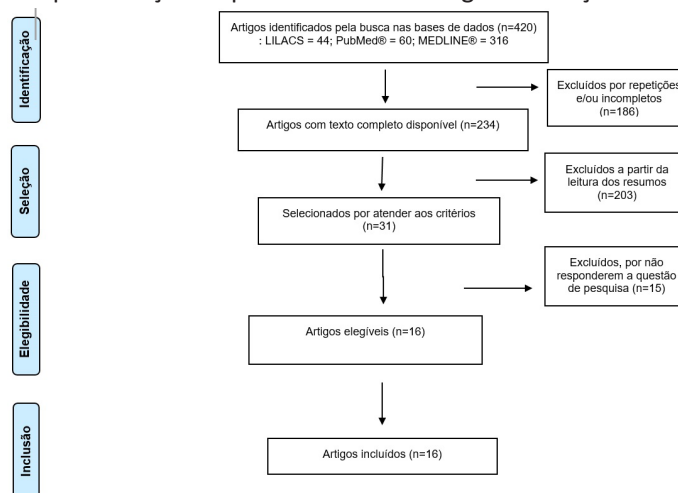
Utilizou-se a estratégia PICo, acrônimo que designa “P” para paciente ou problema, “I” para intervenção ou fenômeno de interesse, e “Co” para contexto (THE JOANNA BRIGGS INSTITUTE, 2011), para elaboração da questão norteadora. Neste estudo, TB correspondeu ao problema; os métodos geospaciais corresponderam à intervenção; e o estabelecimento da relação entre TB e indicadores sociais na perspectiva da análise espacial foi o contexto. Assim, a questão de pesquisa delimitada foi: Quais as evidências científicas relacionadas à utilização de métodos geospaciais no estabelecimento da relação entre TB e determinantes sociais?

Foram selecionados os seguintes descritores no *Medical Subject Headings* (MeSH) e no Descritores em Ciências da Saúde (DeCS): “*Tuberculosis (TB)*”, “*Spatial Analysis*”, “*Social Determinants of Health*”, “*Social Indicators*”, “*Social Conditions*”, “*Social inequity*”, “*Health Equity*” e “*Socioeconomic Factors*”. Eles foram combinados utilizando os operadores booleanos AND e OR, conforme as seguintes estratégias de buscas: “*Tuberculosis/(TB)*” AND “*Spatial Analysis*” AND “*Social Indicators*” OR “*Social inequity*” OR “*Health Equity*”; “*Tuberculosis/(TB)*” AND “*Socioeconomic Factors*” OR “*Social Conditions*”. Foram consultados as bases de dados Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências de Saúde (LILACS), PubMed® e *MEDical Literature Analysis and Retrieval System Online* (MEDLINE®).

A coleta de dados ocorreu em janeiro de 2020, sendo incluídos estudos disponíveis na íntegra nos idiomas português, inglês e espanhol, publicados a partir de 2011 e que discorressem sobre a temática. Foram excluídas dissertações, teses, revisões de literatura, notas e editoriais, bem como artigos duplicados em outras bases de dados.

Durante a busca inicial, com auxílio de um protocolo padronizado para utilização dos descritores e cruzamento nas bases, foram encontrados 420 artigos. Ao serem aplicados os critérios de inclusão e exclusão, a amostra final foi composta por 16 artigos, conforme demonstrado na figura 1, adaptada da estratégia *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA) (GALVÃO; PANSANI, HARRAD, 2015).

Figura 1. Representação esquemática da estratégia de seleção dos estudos.



Fonte: Bases de dados selecionadas, adaptado de PRISMA.

Resultados

A produção científica analisada encontra-se publicada a partir de 2011, com destaque para os anos de 2012 e 2017, que apresentaram maior número de publicações. A maioria das produções foi publicada em inglês (62,5%), não sendo identificadas publicações em espanhol. Cerca de 80% dos estudos foram realizados no Brasil, principalmente em cidades das Regiões Sudeste e Nordeste. Foram ainda evidenciados estudos realizados nos Estados Unidos, China e Portugal. Todos os estudos tiveram delineamento ecológico, e a incidência foi o indicador de saúde mais explorado, seguido da prevalência e da mortalidade pela doença. Os dados quanto à distribuição dos artigos segundo referência, cenário/período de realização/fonte dos dados, objetivos, indicadores de saúde e determinantes sociais, métodos geoespaciais, principais achados e limitações e/ou implicações estão descritos no quadro 1.

Quadro 1. Distribuição das publicações.

| Referência | Cenário, período de realização e fonte dos dados | Objetivos | Indicadores de saúde e determinantes sociais | Métodos geoespaciais | Principais achados | Limitações (l) e/ou implicações (i) |
|-------------------------------|--|---|---|---|--|---|
| HINO <i>et al.</i> , 2011 | Ribeirão Preto (SP), Brasil; 2000 a 2006; PCT do município e IBGE | Obter a correlação espacial da ocorrência dos casos novos de TB, no período 2000 a 2006, e estudar a associação entre a condição de vida e a distribuição da TB no ano de 2000, no município sob investigação | Incidência e IACV | Técnica de alisamento Kernel | Evidenciou-se relação entre a doença e áreas mais carentes do município, visto que o coeficiente de incidência no <i>cluster</i> de baixa condição de vida foi de 49,9/100.000 habitantes. RC = 3,30 para o <i>cluster</i> de baixa condição de vida | (l) A não geocodificação de 10% dos casos (i) Importância do preenchimento da ficha de notificação compulsória com informações corretas e consistentes |
| OREN <i>et al.</i> , 2012 | Estado de Washington, Estados Unidos; 2000 a 2008; Departamento de Saúde de Washington (PCT) e Censo Demográfico do Estados Unidos | Examinar as influências em nível de vizinhança sobre a incidência de TB em amostra populacional multinível | Incidência e indicador de privação socioeconômica | Moran global e local | Associação significativa entre os índices de privação socioeconômica e a incidência de TB, com maiores taxas de TB observadas entre os quartis socioeconômicos mais baixos | (l) Subnotificação dos casos (i) Estudos adicionais das variáveis socioeconômicas dos casos em nível individual, além de determinar o impacto da vizinhança na incidência da TB em uma área particular |
| QUEIROGA <i>et al.</i> , 2012 | Campina Grande (PB), Brasil; 2004 a 2007; SINAN e IBGE | Estudar a distribuição espacial da TB e sua relação com condições de vida na área urbana | Incidência e IACV | Análise de dados de área e Moran global | Distribuição espacial heterogênea da TB. Agrupamento dos bairros de acordo com IACV revelou diferenças sociais que podem justificar a ocorrência das maiores taxas de incidência nas regiões social e economicamente mais vulneráveis | (l) Subnotificação dos casos |

| | | | | | | |
|-------------------------------------|---|---|--|---|--|--|
| ROZA; CAC-CIA-BRAVA; MARTINEZ, 2012 | Ribeirão Preto (SP), Brasil; 2006 a 2009; TBWeb, SEADE e IBGE | Avaliar a distribuição espacial e temporal da TB em área urbana e estudar suas relações com fatores de vulnerabilidade social como renda e Educação | Incidência e IPVS | Método Bayesiano | Observou-se heterogeneidade espacial da TB, associada com as medidas de renda, educação e vulnerabilidade social. Entretanto, foram identificadas áreas com baixa vulnerabilidade social e alto nível educacional, mas altas taxas de TB | (I) A possibilidade migração entre as áreas, ambiguidade temporal, vieses ecológicos (falácia ecológica), subnotificação dos casos e incompletudes dos endereços (i) Existência de fatores ambientais e intrínsecos correlacionados que suscitam trabalhos futuros |
| ACOSTA; BASSANESI, 2014 | Porto Alegre (RS), Brasil; 2005 a 2005; SINAN, SIM e IBGE | Analisar a distribuição espacial da taxa de incidência da TBP pelos bairros e verificar sua associação com indicadores socioeconômicos | Incidência, e indicadores demográficos e socioeconômicos | Estimativa Kernel; Análise espacial por áreas; Moran global e local | Os locais de maior incidência eram também os das vilas populares ou favelas da cidade, e os locais com as menores incidências eram os bairros com as melhores condições socioeconômicas | (i) Planejamento de ações intersetoriais de intervenção no conjunto de causas e seus determinantes (i) Promover o diagnóstico precoce da TB por meio da investigação dos sintomáticos respiratórios e dos comunicantes de pacientes |
| ERAZO <i>et al.</i> , 2014 | Salvador (BA), Brasil; 1995-1996 e 2004-2005; SINAN e IBGE | Investigar padrões de distribuição espacial da TB e sua associação com condições de vida | Incidência e IACV | Método Bayesiano; Moran global e local | Padrões heterogêneos da TB foram identificados, com taxas mais altas ocorrendo em bairros com más condições de vida entre 1995-1996. Já em 2004-2005, a associação entre condições de vida e TB não foi observada | (I) Falácia ecológica, subnotificação dos casos e não geocodificação da totalidade dos casos |

| | | | | | | |
|----------------------------------|--|---|---|---|--|--|
| SUN <i>et al.</i> , 2015 | China; 2007; Sistema de Informação para Manejo da TB, <i>site</i> do governo, Sistema de Serviço de Compatilhamento de Dados Metereológicos, Ministério de Proteção Ambiental Chinês | Explorar fatores geográficos, climáticos e socioeconômicos e empregar métodos de análise estatística e espacial para avaliar o papel da heterogeneidade espacial nas causas ecológicas complexas da prevalência de TB | Prevalência, e indicadores socioeconômicos e ambientais | GWR | Associações significativas entre a prevalência de TB e seus fatores latentes. Altitude, longitude, clima e nível educacional tiveram papel importante. A densidade populacional, a qualidade do ar e o nível econômico tiveram retardo com diferentes intervalos de tempo. O serviço de saúde e o desemprego tiveram um papel limitado, mas tiveram retardo limitado | (I) Dificuldade de coleta de dados em diferentes fontes, apenas 1 ano de análise e nível de emprego não avaliado em áreas rurais pela indisponibilidade dos dados - subnotificação (i) Realização de novos estudos para adicionar e comparar com os achados |
| ALVES FILHO <i>et al.</i> , 2017 | Itaboraí (RJ), Brasil; 2007 a 2013; SIM, SINAN, SITETB e IBGE | Combinar indicadores sociais em um indicador sintético para mensurar as diferenças nas condições de vida da população, assim como evidenciar prováveis desigualdades em saúde relacionadas à TB | Incidência e mortalidade, e IVS | Análise de dados de área e método de assinatura ambiental | Associação entre desigualdades sociodemográficas e ocorrência de TB. Menor percentual de cura e maior percentagem de abandono e óbito em áreas com maior vulnerabilidade social, com risco relativo mais de duas vezes superior ao encontrado nas áreas de menor vulnerabilidade | (I) Restrição de controle da qualidade e discrepância de dados oriundos dos sistemas de informação |
| APOLINÁRIO <i>et al.</i> , 2017 | Portugal; 2010 a 2014; SVIG-TB e INE | Analisar a distribuição geográfica de TB e estimar a associação entre a TB e a privação socioeconômica | Prevalência, e EDI | Método Bayesiano | Não houve associação entre a taxa de notificação de TB e o EDI, entretanto, as variáveis proporção de trabalhadores manuais e percentagem de desempregados estiveram diretamente associadas à TB | (I) Utilização de valores médios do EDI devido a diferenças significativas entre os municípios e a subnotificação dos casos (i) Estudos adicionais para identificar os complexos mecanismos subjacentes à TB |
| BERRA <i>et al.</i> , 2017 | Natal (RN), Brasil; 2008 a 2014; SIM e IBGE | Analisar o risco espacial de mortalidade por TB e verificar associações em áreas de alto risco com vulnerabilidade social | Mortalidade, e IVS | Estatística de Varredura espacial Índice de Moran bivariado | Áreas de alto risco de mortalidade por TB foram estatisticamente associadas com o domínio 2 (características do entorno das residências) do IVS | (I) Falácia ecológica |

| | | | | | | |
|--------------------------------|--|---|---|--|--|---|
| HARLING <i>et al.</i> , 2017 | Fortaleza (CE), Brasil; 2007 a 2014; SINAN e IBGE | Determinar os indicadores sociais e programáticos da incidência da TB e do abandono do tratamento | Incidência, e indicadores sociodemográficos | Regressão espacial. Moran global e local | Taxas de TB foram significativamente maiores nos bairros com menor alfabetização, maior acesso a esgoto e taxas de homicídio, e maior proporção de residentes negros autorrelatados. Indivíduos de baixo nível socioeconômico apresentaram maior risco de abandono do tratamento | (i) Considerar fatores socio-demográficos, comportamentais e específicos da doença ao tentar entender o risco de infecções e de tratamento não completado |
| SAN PEDRO <i>et al.</i> , 2017 | Itaboraí (RJ), Brasil; 2006 a 2011; SINAN e IBGE | Analisar a associação entre incidência de TB e diferentes indicadores socioeconômicos em território em intensa transformação do espaço urbano | Incidência, e indicadores socioeconômicos segundo diferentes dimensões de condições de vida | Análise de dados de área. Método Bayesiano | Associação significativa entre a incidência de TB e variáveis que refletem diferentes dimensões de condições de vida, como bens de consumo, condições de moradia e seu entorno, aglomeração populacional e distribuição de renda. | (I) Heterogeneidade interna dos bairros não permitiu discriminar piores condições de vida, nas quais as ações de controle da TB poderiam ser intensificadas (I) Indisponibilidade de um indicador para mensurar o atendimento pela ESF |
| YAMAMURA <i>et al.</i> , 2017 | Ribeirão Preto (SP), Brasil; 2006 a 2012; SIM e IBGE | Identificar áreas geográficas que apresentaram progresso em termos de equidade (de renda, escolaridade e ocupação urbana) e testar seu efeito na mortalidade por TB | Mortalidade, e indicadores de renda, desigualdade social e equidade social | Método Bayesiano. Regressão espacial. Moran global | O indicador de equidade social foi estatisticamente significativo ($p < 0,0001$), com associação negativa, e dependência espacial, ou seja, melhores condições sociais mostraram progresso na redução da mortalidade | (I) Falácia ecológica, subnotificação dos casos e inconsistências nos registros (i) Realização de estudos longitudinais, verificar variáveis individuais ou clínicas para explicação das mortes, além de investigar pontos críticos em termos de gestão dos serviços |

| | | | | | | |
|---------------------------------|---|---|---|---|--|--|
| ARCO-VERDE <i>et al.</i> , 2018 | Foz do Iguaçu (PR), Brasil; 2004 a 2015; SIM e IBGE | Analisar a mortalidade espacial devido à TB e seus determinantes socioeconômicos na população em geral, bem como a tendência temporal | Mortalidade e indicadores socioeconômicos | Análise de varredura espacial. Moran global e local | Detectou-se um aglomerado de risco espacial ao leste do município com RR = 5,07. A mortalidade esteve associada diretamente à proporção de pessoas de raça/cor parda e domicílios com 3 e 4 residentes, e inversamente à baixa renda e 10 ou mais residentes. Houve aumento de 6,1% na taxa de mortalidade em pessoas de cor parda | (I) Subnotificação, inconsistências nos registros, número restrito de variáveis coletadas do IBGE, além de ter explorado apenas óbitos que ocorreram áreas urbanas |
| CAS-TRO <i>et al.</i> , 2018 | Manaus (AM), Brasil; 2007 a 2016; SINAN e IBGE | Caracterizar as desigualdades associadas à incidência de TB em relação às características socioeconômicas e demográficas da população, e avaliar sua relação com os determinantes sociais | Incidência, e indicadores sociodemográficos e estruturais | Análise de dados de áreas | A incidência da TB esteve associada às desigualdades de seus determinantes como proporção da população masculina, proporção de analfabetismo, proporção de domicílios conectados à rede de água e renda <i>per capita</i> baixa | (I) Possibilidade de subnotificação de casos (i) Realização de estudos que esclareçam mecanismos de vulnerabilidade dos grupos prioritários para adoção de ações efetivas de controle da doença |
| VALENTE <i>et al.</i> , 2019 | Niterói (RJ), Brasil; 2008 a 2012; SINAN e IBGE | Verificar a associação entre indicadores socioambiental e programático com a ocorrência da TB. Verificaram-se ainda as relações existentes entre o padrão espacial da TB e a organização socioespacial do município | Incidência, e indicadores socioambientais e programáticos | Método Bayesiano para distribuição das taxas | Distribuição heterogênea das taxas, com associação direta e significativa entre os dois indicadores com a taxa de incidência de TB. O aumento em uma unidade no indicador programático esteve associado com aumento na taxa de incidência em 7%. Já o indicador socioambiental associou-se com uma taxa de TB 27% mais elevada | (i) Necessidade de estudos locais, mais profundos, a fim de evidenciar características peculiares que favoreçam a persistência da doença em cada território |

Fonte: Dados da Pesquisa.

PCT: Programa de Controle da Tuberculose; IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; TB: tuberculose; IACV: indicador adaptado de condição de vida; RC: razão de chances; SINAN: Sistema de Informação de Agravos de Notificação; SEADE: Sistema Estadual de Análise de Dados; IPVS: Índice Paulista de Vulnerabilidade Social; SIM: Sistema de Informação sobre Mortalidade; TBP: tuberculose pulmonar; GWR: regressão ponderada geograficamente; SITE-TB: Sistema de Informação de Tratamentos Especiais da Tuberculose; IVS: Indicador de Vulnerabilidade Social; SVIG-TB: Sistema de Vigilância da tuberculose; INE: Instituto Nacional de Estatística; EDI: *Extractives Dependence Index*; ESF: Estratégia Saúde da Família; RR: risco relativo.

No tocante à origem e/ou às fontes dos dados, a totalidade dos artigos foi realizada com fontes secundárias de diferentes sistemas de informação e/ou *sites* de referência que abordaram os indicadores de morbimortalidade da TB no Brasil (SINAN, SIM e programa de controle da tuberculose local), além do IBGE. Nos demais cenários internacionais, os dados foram coletados dos sistemas de informação para manejo e vigilância da TB, além de *sites* governamentais.

Estudos de detecção de casos novos (incidência) realizados no Brasil (VALENTE *et al.*, 2019; CASTRO *et al.*, 2018; HARLING *et al.*, 2017; SAN PEDRO *et al.*, 2017; ACOSTA; BASSANESI, 2014; ERAZO *et al.*, 2014; QUEIROGA *et al.*, 2012; ROZA; CACCIA-BAVA; MARTINEZ, 2012; HINO *et al.*, 2011) e Estados Unidos (OREN *et al.*, 2012), de casos existentes (prevalência) em cenários como China (SUN *et al.*, 2015) e Portugal (APOLINÁRIO *et al.*, 2017), de mortalidade (ARCOVERDE *et al.*, 2018; YAMAMURA *et al.*, 2017; BERRA *et al.*, 2017) e de incidência associada ao óbito (mortalidade) por TB (ALVES FILHO *et al.*, 2017) também realizados no Brasil, evidenciaram heterogeneidade espacial dos eventos, que, em geral, estão concentrados em áreas com precárias condições de moradia e associados a indicadores socioeconômicos desfavoráveis, como desemprego, baixo poder de compra, falta de suporte social e baixa qualificação para o mercado de trabalho.

A maioria absoluta dos estudos analisados demonstrou a associação da incidência, da prevalência ou da mortalidade por TB à desigualdade social, estabelecida visualmente em mapas coropléticos, por meio de métodos geoespaciais, como análise de dados de área, Kernel, Moran global e local, método bayesiano e varredura espacial (VALENTE *et al.*, 2019; CASTRO *et al.*, 2018; ERAZO *et al.*, 2014; ACOSTA; BASSANESI, 2014; ROZA; CACCIA-BAVA; MARTINEZ, 2012; QUEIROGA *et al.*, 2012; OREN *et al.*, 2012; HINO *et al.*, 2011), ou por percentuais explicativos da ocorrência dos eventos, utilizando métodos como regressão espacial, regressão geograficamente ponderada e método de assinatura digital (HARLING *et al.*, 2017; ALVES FILHO *et al.*, 2017; SUN *et al.*, 2015). Tais estudos fizeram uso da construção de indicadores diversos, a partir de variáveis de contextos socioeconômicos, ambientais, programáticos, estruturais e de condições de vida, para avaliar as associações com indicadores de saúde de interesse.

Destacaram-se, ainda, como principais limitações para os estudos, a subnotificação dos casos e o registro insatisfatório das informações, além da ocorrência da falácia ecológica. Como principal implicação relatada, destacou-se a necessidade de realização de novos estudos, para explicar melhor a relação entre a ocorrência de TB com outras variáveis não investigadas.

Discussão

O estudo teve como objetivo analisar as evidências científicas acerca da relação existente entre TB e os determinantes sociais, por meio de métodos de análise espacial. Diversas pesquisas vêm demonstrando a associação da TB com as condições de vida e o contexto social das populações em distintos cenários pelo mundo, com destaque para os indicadores de desigualdade social atrelados à doença (SAN PEDRO; OLIVEIRA, 2013), mas estudos que vinculam a ocorrência da doença com determinantes sociais nem sempre encontram resultados concordantes, pondendo tal divergência estar concatenada ao nível de agregação territorial dos dados, bem como às características intrínsecas das populações sob investigação (YAMAMURA *et al.*, 2017).

Cenários em que há maior disparidade na ocorrência de TB relacionada à determinantes sociais podem exigir mais recursos para alcançar o mesmo impacto das medidas de controle da doença na população do que aqueles com menos heterogeneidade (SANTOS *et al.*, 2018). Desse modo, ganham importância conhecer a magnitude dessas disparidades e reconhecer grupos populacionais com alta carga de doença têm importância conhecer a magnitude dessas disparidades e reconhecer grupos populacionais com alta carga de doença (CASTRO *et al.*, 2018).

Estudo realizado por Yamamura *et al.* (2017), cujo objetivo foi testar o efeito de indicadores sociais obtidos a partir de variáveis relacionadas às dimensões de renda, escolaridade e ocupação urbana, sobre a mortalidade por TB em Ribeirão Preto (SP), identificou que o indi-

gador de equidade social teve associação negativa com a mortalidade por TB, o que significou que cada aumento nesta unidade reduziria 8,8% na taxa de mortalidade.

As dimensões utilizadas nesta investigação foram capazes de explicar 28,36% da ocorrência dos óbitos, e os autores explicitaram que áreas geográficas com progresso nas políticas públicas, com melhor distribuição de renda, qualidade de habitação e nível de alfabetização dos chefes de família, incluindo mulheres chefes de família, conseguiram alcançar melhores níveis de saúde geral e redução do número de mortes por TB. O método geoespacial utilizado para demonstrar essa associação explicativa foi a regressão espacial, que incorpora a questão espacial de modo global, com base em métodos de autocorrelação espacial global (Moran), pressupondo homogeneidade e estacionariedade do ponto de vista espacial (SHAWENO *et al.*, 2018).

Tal método também foi utilizado em estudo realizado em Fortaleza – CE (HARLING *et al.*, 2017), que trabalhou com o coeficiente de incidência da TB como desfecho para investigar a associação com as variáveis de contexto sociodemográfico. Nesta localidade, bairros com maior nível de alfabetização possuíam menores taxas de TB, e os com maior proporção de residentes negros autorrelatados apresentaram taxas mais altas. Tais variáveis explicaram 74% da ocorrência dos casos novos no período de 2007 a 2014 e, de todos os estudos analisados, foi o método que melhor explicou a associação das variáveis analisadas e selecionadas para construção dos indicadores com o desfecho coeficiente de incidência da doença. Os autores destacaram ainda que localidades com baixo nível socioeconômico apresentaram maior risco de abandono do tratamento.

A regressão ponderada geograficamente (GWR) é utilizada para modelar espacialmente processos heterogêneos (não estacionários) que sofrem variações (seja na média, mediana e variância) de localidade para localidade e apresenta como vantagens a possibilidade de estimar um modelo para cada localidade e a utilização de amostras diferentes em cada modelo local (ALBUQUERQUE; MEDINA; KAHN, 2011).

Este método foi empregado em estudo realizada na China (SUN *et al.*, 2015) com o intuito de explorar fatores geográficos, climáticos e socioeconômicos associados à prevalência da TB. Fatores de risco latentes, como altitude, dia chuvoso, carga educacional, emprego na indústria, densidade populacional, qualidade do ar e nível econômico, tiveram influências positivas, e fatores como longitude, serviço de saúde e nível de desemprego tiveram influências negativas; juntos, explicaram 43,9% da variância total da prevalência de TB.

Outro método geoespacial evidenciado nesta revisão capaz de estabelecer a relação entre indicador de vulnerabilidade social e incidência da TB foi o método de assinatura digital, explorado em Itaboraí – RJ (ALVES FILHO *et al.*, 2017). Foram investigadas por este método particularidades da incidência e mortalidade por TB, utilizando planos de informação georreferenciados, representados por variáveis socioeconômicas e demográficas do Indicador de Vulnerabilidade Social (IVS). As variáveis explicaram 13,8% da variabilidade na taxa média de incidência de TB, sendo detectada associação entre desigualdades sociodemográficas e ocorrência de TB, com menor proporção de cura e maior percentual de abandono do tratamento e óbito em áreas com maior vulnerabilidade social.

Nessa perspectiva, destaca-se que grupos com maior vulnerabilidade social tendem a sofrer maior impacto em termos de saúde geral, com maior ocorrência da doença e ainda vivenciando resultados drásticos dessa exposição, como a ocorrência de óbito pela doença, considerado injusto, evitável e inadmissível, sob o ponto de vista da justiça social (ARCOVERDE *et al.*, 2018; BERRA *et al.*, 2017; SANTOS NETO *et al.*, 2014).

A análise de dados de área, destaque nos estudos elegíveis realizados no Brasil (CASTRO *et al.*, 2018; SAN PEDRO *et al.*, 2017; ALVES FILHO *et al.*, 2017; ACOSTA; BASSANESI, 2014; QUEIROGA *et al.*, 2012), pautada na distribuição espacial dos casos novos e óbitos da TB em função da população residente no espaço geográfico sob investigação, tem sido difundida e rotineiramente utilizada em estudos descritivos e ecológicos, que abordam indicadores de morbimortalidade por doenças infecciosas desde o final da década de 1980, no Brasil e no mundo (CHIARAVALLI-NETO, 2016; MUSENG; VOUNATSOU; KAHN, 2011).

Tal análise permite modelar a ocorrência dos eventos que se materializam no espaço

para identificação de padrões e verificar a estrutura desses eventos distribuídos espacialmente em mapas, vislumbrando a detecção de áreas de risco listadas como prioritárias para o controle e a vigilância da TB (LIMA *et al.*, 2016), mas não estabelece, em termos quantitativos, a relação entre os determinantes sociais e a ocorrência da doença.

Apesar de ser rotineiramente utilizada, a análise de dados de área enfrenta limitação de não expressar o efeito da dependência espacial, na qual os valores observados são espacialmente agrupados e as amostras não são independentes (SHAWENO *et al.*, 2018). Também denominada “autocorrelação espacial”, esta limitação é reconhecida há muito tempo como característica intrínseca dos dados espaciais, e medidas como os coeficientes de Moran global e local têm sido utilizados para avaliar a associação global do conjunto de dados (SHAWENO *et al.*, 2018; CHIARAVALLOTI-NETO, 2016).

Os métodos de Moran global e local incorporam informações sobre o significado dos padrões espaciais e identificam a autocorrelação espacial entre as unidades de análise ecológica (CHIARAVALLOTI-NETO, 2016). Estudos realizados nos Estados Unidos (OREN *et al.*, 2012) e no Brasil (ARCOVERDE *et al.*, 2018; SAN PEDRO *et al.*, 2017; HARLING *et al.*, 2017; BERRA *et al.*, 2017; ERAZO *et al.*, 2014; ACOSTA; BASSANESI, 2014) fizeram uso desta ferramenta para demonstração visual dos coeficientes de incidência e mortalidade por TB, além de mapearem a autocorrelação espacial com os indicadores sociais explorados nos distintos cenários. Independente do local de pesquisa, a maior ocorrência dos eventos estiveram relacionados às condições socioeconômicas, ambientais e estruturais desfavoráveis.

É válido ressaltar que a motivação para a análise espacial na modelagem epidemiológica é baseada na noção de que as pessoas que vivem em proximidade compartilham exposições semelhantes, o que impacta nos resultados observados (SHAWENO *et al.*, 2018). Assim, dados de saúde geograficamente referenciados são continuamente passíveis de suavização, já que dados em uma região provavelmente são afetados, em maior ou menor grau, pelas regiões vizinhas, e essa suavização pode ser realizada pelo método de análise bayesiana, que permite a correção de efeitos associados a pequenas populações (GELMAN *et al.*, 2015).

A análise bayesiana identificada nos estudos relativos à incidência de TB no Brasil (SAN PEDRO *et al.*, 2017; ERAZO *et al.*, 2014; ROZA; CACCIA-BAVA; MARTINEZ, 2012), à prevalência em Portugal (APOLINÁRIO *et al.*, 2017) e à mortalidade brasileira (YAMAMURA *et al.*, 2017) utilizou essa estratégia de suavização para compartilhar informações das unidades ecológicas vizinhas de forma flexível, permitindo análises exploratórias, bem como para reduzir a atenção para valores incomuns ou extremos (GELMAN *et al.*, 2015).

Os estudos que fizeram uso desse método revelaram desigualdades na distribuição espacial da TB e sua associação com piores indicadores de vulnerabilidade social e condições de vida, com exceção do estudo realizado em município paulista (ROZA; CACCIA-BAVA; MARTINEZ, 2012), no qual foram identificadas áreas com baixa vulnerabilidade social e alto nível educacional com altas taxas de incidência de TB.

Idealizada por Kulldorff e Nagarwalla (1995), a análise de varredura espacial, conhecida como estatística Scan, foi empregada com vistas à detecção no espaço dos aglomerados de óbitos ocorridos no Brasil (ARCOVERDE *et al.*, 2018; BERRA *et al.*, 2017). Esta análise ocorre por meio da associação da informação da área a um único ponto dentro de um polígono, denominado centroide. A partir de então, realiza-se uma varredura por toda a região estudada, em busca de áreas nas quais a ocorrência de um fenômeno seja significativamente mais provável (SHAWENO *et al.*, 2018; CHIARAVALLOTI-NETO, 2016).

Desse modo, foram mapeadas áreas com padrões espaciais de mortalidade relacionadas à TB, nas quais o alto risco de mortalidade esteve associado às características do entorno das residências (BERRA *et al.*, 2017) e ainda diretamente ligado à proporção de pessoas de raça/cor parda e domicílios com três e quatro residentes, além de inversamente relacionado à baixa renda e à existência de dez ou mais residentes (ARCOVERDE *et al.*, 2018).

Dois estudos selecionados nesta revisão, realizados no Brasil (ACOSTA; BASSANESI, 2014; HINO *et al.*, 2011) utilizaram a estimativa Kernel como método geoespacial de análise, que consiste na interpolação exploratória gerando uma superfície de densidade para a identificação e visualização de áreas quentes, ou seja, potencialmente mais vulneráveis a presença de

determinado evento (CARVALHO; CÂMARA, 2004; CARVALHO; SOUZA-SANTOS, 2005).

Hino *et al.* (2011), ao estudarem a associação entre a condição de vida e a distribuição da incidência de TB em Ribeirão Preto, retrataram as desigualdades sociais da doença por meio da sobreposição de mapas com informações socioeconômicas e de TB. A comparação dos mapas do indicador adaptado de condição de vida (IACV) e TB revelou relação entre a doença e áreas mais carentes do município, tendo em vista que o coeficiente de incidência no *cluster* de baixa condição de vida foi de 49,9/100 mil habitantes.

Acosta *et al.* (2014) também fizeram uso desta ferramenta, para explorar, inicialmente de maneira descritiva, a ocorrência de casos novos de TB em Porto Alegre - RS. Comparando os mapas de incidência e dos estratos socioeconômicos, foram identificadas áreas populosas com maiores taxas de incidência e com os piores indicadores socioeconômicos.

Dentre as principais limitações apontadas pelos autores, destacaram-se a subnotificação dos casos e a incompletude dos dados, explícitas tanto em estudos realizados no Brasil (CASTRO *et al.*, 2018; ARCOVERDE *et al.*, 2018; YAMAMURA *et al.*, 2017; ERAZO *et al.*, 2014; ROZA; CACCIA-BAVA; MARTINEZ, 2012; QUEIROGA *et al.*, 2012) como em cenários internacionais (APOLINÁRIO *et al.*, 2017; SUN *et al.*, 2015; OREN *et al.*, 2012), prejudicando o conhecimento fidedigno da situação epidemiológica da TB e o planejamento das ações voltadas para seu controle. Associado a isso, a não geodificação de casos em alguns estudos prejudicou a avaliação da real magnitude dessa relação espacial dos indicadores sociais com a TB.

Nesse sentido, emerge a necessidade de melhorar os registros, para que se obtenham dados confiáveis, além de suscitar a discussão acerca da importância dos profissionais de saúde realizarem a intensificação da busca ativa em pacientes sintomáticos respiratórios e comunicantes para o diagnóstico oportuno da doença, e de notificarem rotineiramente os casos (ROMERO *et al.*, 2016).

É importante considerar, ainda, nesta revisão, que, por se tratar de estudos com delineamento ecológico, estes estiveram sujeitos à ocorrência de viés de agregação, também conhecido como “falácia ecológica”, fenômeno em que a observação da existência de uma relação entre duas variáveis no nível agregado não implica, necessariamente, que essa relação se mantenha no nível individual (ROUQUAYROL; SILVA, 2018).

Esta limitação foi apontada pelos autores em estudos realizados no Brasil, que abordaram a incidência, na qual os casos novos estiveram associados ao IVS (ROZA; CACCIA-BAVA; MARTINEZ, 2012) e ao IACV (ERAZO *et al.*, 2014), além dos estudos sobre mortalidade por TB, cujos óbitos ocorreram em localidades com piores índices de vulnerabilidade social (BERRA *et al.*, 2017) e melhores indicadores de equidade social (YAMAMURA *et al.*, 2017).

A consecução de estudos adicionais foi sinalizada em diversos cenários (VALENTE *et al.*, 2019; CASTRO *et al.*, 2018; YAMAMURA *et al.*, 2017; APOLINÁRIO *et al.*, 2017; SUN *et al.*, 2015; OREN *et al.*, 2012) para análises complementares da associação da TB com determinantes sociais, visto que nenhum dos estudos selecionou variáveis para construção de indicadores que estivessem relacionados e explicassem a totalidade dos eventos sob investigação. Estudos longitudinais e inserção de outras variáveis de contextos diversos (sociodemográficas, comportamentais e ambientais) não exploradas especificamente nas pesquisas foram sugeridos como possibilidades de se melhor investigar essa relação.

Conclusão

A maioria dos estudos analisados mostrou relação da tuberculose com indicadores de desigualdade social, e os piores indicadores estiveram associados às maiores taxas da doença. Apenas dois estudos expressaram a relação dos eventos sob investigação com áreas com equidade social.

A regressão espacial, a regressão ponderada geograficamente e a assinatura digital foram capazes de demonstrar quantitativamente a relação da TB com determinantes sociais, tanto de desigualdade quanto de equidade social, ao passo que os demais métodos explorados expressaram visualmente tal relação por meio de mapas coropléticos.

Os métodos geoespaciais identificados nesta revisão encontram-se em crescente po-

tencial de utilização e configuram-se como ferramentas indispensáveis para a compreensão da dinâmica social da doença, por fornecerem subsídios para implementação de estratégias de controle e vigilância, além de enaltecerem a necessidade de superação das desigualdades socioespaciais.

Referências

ACOSTA, L. M.; BASSANESI, S. L. O paradoxo de Porto Alegre: os determinantes sociais e a incidência da tuberculose. **Rev Bras Epidemiol Suppl D.S.S.**, 88-101, 2014.

ALBUQUERQUE, P. H.; MEDINA, F. A.; SILVA, A. R. Regressão Logística Geograficamente Ponderada Aplicada a Modelos de Credit Scoring. **Cont Fin – USP**, 28(73):93-112, 2017.

ALVES FILHO, P. *et al.* Desigualdades socioespaciais relacionadas à tuberculose no município de Itaboraí, Rio de Janeiro. **Rev Bras Epidemiol**, 20(4):559-72, 2017.

APOLINÁRIO, D. *et al.* **Tuberculosis inequalities and socio-economic deprivation in Portugal.** *Int J Tuberc Lung Dis*, 21(7):784-9, 2017.

ARCÊNCIO, R. A. Tecnologias em saúde para análise espacial e diagnóstico situacional dos territórios: contribuições para a enfermagem. **Rev Bras Enfem**, 68(6):999-1000, 2015.

ARCOVERDE, M. A. *et al.* How do social-economic differences in urban areas affect tuberculosis mortality in a city in the tri-border region of Brazil, Paraguay and Argentina. **BMC Public Health**, 18:795, 2018.

ARROYO, L. H. *et al.* Identificação de áreas de risco para a transmissão da tuberculose no município de São Carlos, São Paulo, 2008 a 2013. **Epidemiol Serv Saude**, 26(3):525-34, 2017.

BERRA, T. Z. *et al.* Spatial risk of tuberculosis mortality and social vulnerability in Northeast Brazil. **Rev Soc Bras Med Trop**, 50(5):693-7, 2017.

CARVALHO, M. S.; CÂMARA, G. Análise de eventos pontuais. In: Druck S, Carvalho MS, Câmara G, Monteiro AV. **Análise espacial de dados geográficos.** Planaltina: EMBRAPA; 2004. 15p.

CARVALHO, M. S.; SOUZA-SANTOS, R. [Analysis of spacial data in public health: methods, problems, and perspectives]. *Cad Saude Publica*, 21(2):361-78, 2005.

CASTRO, D. B. *et al.* Tuberculosis incidence inequalities and its social determinants in Manaus from 2007 to 2016. **International Journal for Equity in Health**, 17:187, 2018.

CHIARAVALLOTI-NETO, F. O geoprocessamento e saúde pública. **Arq Ciênc Saúde**, 23(4):1-2, 2016.

ERAZO, C. *et al.* **Tuberculosis and living conditions in Salvador, Brazil: a spatial analysis.** *Rev Panam Salud Publica*, 36(1):24-30, 2014.

ERCOLE, F. F.; MELO, L. S.; ALCOFORADO, C. L. Integrative review versus systematic review. **Rev Min Enferm**, 18(1):9-11, 2014.

GALVÃO, T. F.; PANSANI, T. S.; HARRAD, D. trad. Principais itens para relatar Revisões sistemáticas e Meta-análises: A recomendação PRISMA. **Epidemiol Serv Saúde**, 24(2):335-42, 2015.

GELMAN, A. *et al.* **Bayesian data analysis Chapman & Hall/CRC.** 3. ed. Estados Unidos: Kindle,

2015.

HARLING, G. *et al.* Determinants of tuberculosis transmission and treatment abandonment in Fortaleza, Brazil. **BMC Public Health**, 17:508, 2017.

HINO, P. *et al.* Padrões espaciais da Tuberculose e sua associação à condição de vida no município de Ribeirão Preto. **Ciência e Saúde Coletiva**, 16(12):4795-802, 2011.

HORST; M. A.; COCO, A. S. Observing the spread of common illnesses through a community: using geographic information systems (GIS) for surveillance. **J Am Board Fam Med**, 23(1):32-4, 2010.

IBIAPINA, E.; BERNARDES. A. O mapa da saúde e o regime de visibilidade contemporâneo. **Saúde Soc**, 28(1):322-36, 2019.

KULLDORFF, M.; NAGARWALLA, N. Spatial disease clusters: Detection and inference. **Stat Med**, 14(8):799-810, 1995.

LIMA, M. S. *et al.* Mortality related to tuberculosis-HIV/AIDS co-infection in Brazil, 2000-2011: epidemiological patterns and time trends. **Cad Saúde Pública**, 32(10):e00026715, 2016.

MORAES, M. F. *et al.* Perfil epidemiológico de casos de tuberculose em um município prioritário no Estado do Maranhão. **Rev Pesq Saúde**, 18(3):147-50, 2018.

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. **Spat Spatiotemporal Epidemiol**, 2(4):205-17, 2011.

OREN, E. *et al.* Area-based socio-economic disadvantage and tuberculosis incidence. **Int J Tuberc Lung Dis**, 16(7):880-5, 2012.

PERUHYPE, R. C. *et al.* The distribution of tuberculosis in Porto Alegre: analysis of the magnitude and tuberculosis-HIV coinfection. **Rev Esc Enferm USP**, 48(6):1035-43, 2014.

QUEIROGA, R. P. *et al.* Distribuição espacial da tuberculose e a relação com condições de vida na área urbana do município de Campina Grande – 2004 a 2007. **Rev Bras Epidemiol**, 15(1):222-32, 2012.

RIBEIRO, M. A. *et al.* Georreferenciamento: ferramenta de análise do sistema de saúde de Sobral - Ceará. **Sanare**, 13(2):63-9, 2015.

ROMERO, R. O. *et al.* Subnotificação de casos de tuberculose a partir da vigilância do óbito. **Rev Eletr Enf**, 18:e1161, 2016.

ROUQUAYROL, M. Z.; SILVA, M. G. **Rouquayrol epidemiologia & saúde**. 8. ed. Rio de Janeiro: MedBook, 2018.

ROZA, D. L.; CACCIA-BAVA, M. C.; MARTINEZ, E. Z. Spatio-temporal patterns of tuberculosis incidence in Ribeirão Preto, State of São Paulo, southeast Brazil, and their relationship with social vulnerability: a Bayesian analysis. **Rev Soc Bras Med Trop**, 45(5):607-15, 2012.

SAN PEDRO, A. *et al.* Tuberculose como marcador de iniquidades em um contexto de transformação socioespacial. **Rev Saúde Pública**, 51:9, 2017.

SAN PEDRO; A.; OLIVEIRA, R. M. Tuberculose e indicadores socioeconômicos: revisão sistemática da literatura. **Rev Panam Salud Publica**, 33(4), 2013.

SANTOS NETO, M. *et al.* Análise espacial dos óbitos por tuberculose pulmonar em São Luís, Maranhão. **J Bras Pneumol**, 40(5):543-51, 2014.

SANTOS, D. T. *et al.* Is there association between human development index and tuberculosis mortality risk? Evidence from a spatial analysis study in the south of Brazil. **Epidemiol Infect**, 146(14):1763-70, 2018.

SANTOS, N. S. *et al.* Tuberculose e análise espacial: revisão da literatura. **Cienc Enferm**, 20(2):117-29, 2014.

SANTOS. C. B. *et al.* Utilização de um sistema de informação geográfica para descrição dos casos de tuberculose. **Bol Pneumol Sanit**, 12(1):5-10, 2004;

SHAWENO, D. *et al.* Methods used in the spatial analysis of tuberculosis epidemiology: a systematic review. **BMC Medicine**, 16:193, 2018.

SOLAR, O.; IRWIN. A. **A conceptual framework for action on the social determinants of health.** Social Determinants of Health. Discussion Paper 2 (Policy and Practice). Geneva: WHO; 2010.

SUN, W. *et al.* A Spatial, Social and Environmental Study of Tuberculosis in China Using Statistical and GIS Technology. **Int J Environ Res Public Health**, 12:1425-48, 2015.

The Joanna Briggs Institute. **Joanna Briggs Institute Reviewer's Manual.** Adelaide: Institute Joanna Briggs, 2011.

UNITED NATIONS (UN). **About the sustainable development goals** [Internet]. UN: 2015 [cited Nov 11, 2019]. Available from: <http://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals/>

VALENTE, B. C. *et al.* A tuberculose e seus fatores associados em um município da região metropolitana do Rio de Janeiro. **Rev Bras Epidemiol**, 22: E190027, 2019.

WHITTEMORE, R.; KNAFL, K. The integrative review: update methodology. **J Adv Nurs**, 52(5):546-53, 2005.

WOLDEYOHANNES, S. M.; ABERA, S. Y. Worldwide Spatial and Temporal Distribution of Tuberculosis (TB). **J AIDS Clin Res**, 6:5, 2015.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **WHO guidelines on tuberculosis infection prevention and control**, 2019 update [Internet]. Geneva: WHO; 2019 [cited Nov 11, 2019]. Available from: <https://www.who.int/tb/publications/2019/guidelines-tuberculosis-infection-prevention-2019/en/>

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). *The end TB strategy* [Internet]. Geneva: WHO; 2015 [cited Nov 11, 2019]. Available from: http://www.who.int/tb/End_TB_brochure.pdf?ua=1

YAMAMURA, M. *et al.* Areas with evidence of equity and their progress on mortality from tuberculosis in an endemic municipality of southeast Brazil. **Infectious Diseases of Poverty**, 6(1):134, 2017.