

## ESTUDOS ECOLÓGICOS DO ÓBITO POR TUBERCULOSE: UMA REVISÃO INTEGRATIVA DA METODOLOGIA ADOTADA NA LITERATURA CIENTÍFICA BRASILEIRA

## ECOLOGICAL STUDIES OF DEATH FROM TUBERCULOSIS: AN INTEGRATIVE REVIEW OF THE METHODOLOGY ADOPTED IN BRAZILIAN SCIENTIFIC LITERATURE

**Yasmin Gurtler Pinheiro de Oliveira**

Universidade Federal do Espírito Santo, Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva, Vitória, ES, Brasil  
[yasmingurtler@hotmail.com](mailto:yasmingurtler@hotmail.com)

**Rafael de Castro Catão**

Universidade Federal do Espírito Santo, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Vitória, ES, Brasil  
[rafadicastro@gmail.com](mailto:rafadicastro@gmail.com)

**Karllian Kerlen Simonelli**

Universidade Federal do Espírito Santo, Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva, Vitória, ES, Brasil  
[enf.karllian@gmail.com](mailto:enf.karllian@gmail.com)

**Thiago Nascimento do Prado**

Universidade Federal do Espírito Santo, Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva, Vitória, ES, Brasil  
[thiagonprado@gmail.com](mailto:thiagonprado@gmail.com)

### RESUMO

**Objetivo:** Identificar na literatura científica os métodos utilizados para análise ecológica sobre óbitos por tuberculose no território brasileiro, entre 2018 e 2024. **Metodologia:** Revisão integrativa que utilizou o protocolo PRISMA a fim de se avaliar os estudos ecológicos, e os seus respectivos métodos, sobre óbitos por tuberculose no território brasileiro que foram publicados entre 2018 e 2024. Dados foram planilhados em forma de fichamento no programa *Microsoft Excel* e depois transcritos direcionando as variáveis analisadas. **Resultados:** Dos artigos encontrados, 16 preenchem os critérios de elegibilidade, sendo que todos os dados eram provenientes dos sistemas de informações de saúde do Sistema Único de Saúde, majoritariamente publicados na região nordeste. O Índice de Moran Global e Local foi o método mais utilizado na amostra, assim como o método de varredura espacial. Por fim, todos os estudos apresentaram como desfecho a relação entre o território e determinantes sociais. **Conclusão:** O estudo permitiu o direcionamento de quais métodos estatísticos utilizar em estudos ecológicos, ressaltando a importância de se estudar o coletivo quando se trata de uma doença infecciosa.

**Palavras-chave:** Análise Espacial. *Mycobacterium tuberculosis*. Determinantes Sociais da Saúde.

### ABSTRACT

**Objective:** To identify in the scientific literature the methods used for ecological analysis of tuberculosis deaths in Brazil between 2018 and 2024. **Methodology:** An integrative literature review using the PRISMA protocol, evaluating ecological studies, and its methods, on tuberculosis deaths in Brazil published between 2018 and 2024. Data was plotted in Microsoft Excel in binder format and then transcribed directing the variables analyzed. **Results:** Of the articles found, 16 met the eligibility criteria, and all the data came from the health information systems of the Unified Health System, mostly published in the northeast region. The Global and Local Moran's Index was the most used method in the sample, as was the spatial scanning method. Finally, all the studies presented the relationship between the territory and social determinants as an outcome. **Conclusion:** The study provided guidance on which statistical methods to use in ecological studies, highlighting the importance of studying the collective data when dealing with an infectious disease.

**Keywords:** Spatial analysis. *Mycobacterium tuberculosis*. Social Determinants of Health.

## INTRODUÇÃO

A tuberculose (TB) é a segunda maior causa de óbitos por doenças infecciosas no mundo (OMS, 2023). No Brasil, a TB é uma doença presente em toda extensão territorial e apresentou aumento nos números de óbito nos últimos três anos após a pandemia da covid-19 (sigla em inglês para coronavirus disease 2019) (Brasil, 2024). Diante do cenário pandêmico e as dificuldades enfrentadas no acesso ao diagnóstico e início e continuidade do tratamento nos casos de TB, a expectativa era que em 2023 os registros de óbitos por TB diminuíssem no Brasil, para isso, os estados brasileiros implementaram as Oficinas Regionais Virtuais e outras estratégias que visavam essa diminuição (OMS, 2023; Brasil, 2024).

Ainda com o intuito de diminuir as taxas de óbitos por TB no cenário mundial, a Assembleia Mundial de Saúde da Organização Mundial de Saúde (OMS) aprovou em 2014 a estratégia conhecida como Fim da TB (OMS, 2018). Essa proposta visava a redução de 95% dos óbitos e 90% na incidência de TB em escala mundial até 2035 (OMS, 2018). Este plano de estratégia pelo Fim da TB foi atualizado em 2021 e estabeleceu a redução da mortalidade para menos de 230 óbitos/ano no mundo (OMS, 2021). Sendo assim, a redução dos óbitos pela doença vem envolvendo várias estratégias que precisam estar de acordo com as características de cada país, envolvendo incentivo em pesquisas, tratamentos, vacinas e diagnóstico precoce (Prasad et al., 2016).

O Sistema Único de Saúde (SUS) vêm criando estratégias importantes para o enfrentamento da TB no Brasil, como: a disponibilização do esquema de tratamento, a vacinação e a rede de apoio para as pessoas com TB (Brasil, 2023). Apesar disso, as taxas de mortalidade permanecem altas e distribuídas pelo território brasileiro de maneira desigual. Os fatores socioeconômicos são os principais fatores que influenciam diretamente para a ocorrência desse desfecho, corroborando ainda para o entendimento da distribuição do óbito por TB no espaço (Dos Santos; Rodrigues; Dos Santos, 2021).

Essa compreensão do território como um todo, inclusive dos determinantes sociais do local, permite entender o comportamento da TB e quais os grupos de pessoas estão mais expostos ao risco de agravamento e óbito pela doença (Arcênio et al., 2022). Estudiosos brasileiros têm estudado a relação direta entre os determinantes sociais e o meio ambiente com o processo de adoecimento, observando-se que há mais casos registrados de óbitos pela doença em regiões que apresentam maiores índices de desigualdades sociais (Andrade et al., 2021; Santos et al., 2023; Arcoverde et al., 2018; Queiroz et al., 2018).

Para se realizar uma análise ecológica que reflita em resultados reais e que compreendam o tipo de desfecho que o pesquisador deseja encontrar, deve-se conhecer os tipos de ferramentas estatísticas mais adequadas e entender suas aplicabilidades neste tipo de análise. Uma boa análise espacial pode implicar em visualizações no espaço de locais de risco, sendo uma ferramenta importante para a tomada de decisões de estratégias e intervenções de saúde. Portanto, esse estudo apresenta como objetivo identificar na literatura científica os métodos utilizados para análise ecológica sobre óbitos por TB no território brasileiro, entre 2018 e 2024.

## METODOLOGIA

Trata-se de uma revisão integrativa da literatura que apresentou as seguintes etapas: elaboração da pergunta de pesquisa, busca na literatura dos estudos primários, extração de dados, avaliação dos estudos incluídos na revisão, análise e síntese dos resultados e apresentação da revisão.

### Seleção dos estudos

Inicialmente, definiu-se a pergunta norteadora do estudo utilizando-se a estratégia PICOS (P- Population; I- Intervention; C- Comparison; S- Study) como ferramenta auxiliar em sua construções esta: "Quais são os métodos de análise mais empregados em estudos ecológicos sobre o óbito por TB na literatura científica?". Os acrônimos foram "P": Pessoas infectadas pelo *Mycobacterium tuberculosis*; o acrônimo "I" e o "C" não se aplicavam a busca; o acrônimo "O": Analisar a distribuição de óbitos por tuberculose e o acrônimo "S": Estudos ecológicos.

Após a definição da pergunta do estudo, selecionou-se as bases de dados Medical Literature Analysis and Retrieval System Online (MedLine) via PubMed, Scielo e Literatura Latino Americana e do Caribe em Ciências Sociais e da Saúde (Lilacs) por se tratar de bases de dados americanas. Descritores controlados e palavras-chaves foram utilizados para auxiliar na busca das bases de dados, optou-se o uso de Medical Subject Headings (MeSH) e os Descritores em Ciências da Saúde (DeCS) respeitando a indicação de cada base eletrônica. Além disso, a pontuação aspas ("" ) e parênteses e operadores booleanos "AND",

“OR” e “AND NOT” foram utilizados para definir e estruturar as frases de busca, auxiliando e direcionando a busca (Quadro 01).

Itens de checagem dos Principais Itens para Relatar Revisões Sistemáticas e Meta-análises (PRISMA) foram utilizados na etapa de seleção dos estudos para relatar o passo a passo realizado pelos autores (Figura 01). Após as buscas nas bases de dados, utilizou-se os critérios de elegibilidade para a seleção dos artigos, sendo a primeira etapa a leitura dos títulos, seguido da leitura dos resumos de maneira criteriosa para observar os manuscritos que preenchiam os critérios do estudo. Posterior a isto, realizou-se a leitura integral dos artigos restantes, e aqueles que atenderam a todos os critérios de inclusão foram submetidos à análise.

### Critérios de inclusão/exclusão

Os critérios de inclusão foram: artigos completos e originais com temática óbitos por TB cujo desenho seja estudo ecológico com abrangência no território brasileiro; e com data de publicação entre 2018 e 2024; e nos idiomas português, inglês ou espanhol.

Optou-se por analisar estudos que foram publicados entre 2018 e 2024 a fim de se identificar os estudos mais recentes que abordassem a temática em território brasileiro.

Dentre os critérios de exclusão, tem-se: estudos que não apresentam o resumo ou o artigo escrito na íntegra; e aqueles cujo teor não for de relevância para a temática.

### Análise dos dados

Os dados foram planilhados no programa *Microsoft Excel®* no primeiro momento em formato de fichamento. Após isso, reestruturou-se a planilha (Quadro 02) e, de maneira descritiva, foi planilhada à forma como os métodos estatísticos ecológicos foram manipulados de autor para autor. Realizou-se uma análise quantitativa para se obter o número total de métodos utilizados pelos autores, bem como para identificar os locais que abordem mais a temática. Após a identificação quantitativa, classificou-se o método de estudo de maior relevância aquele que fosse mais utilizado pela amostra do estudo.

Solicitou-se a avaliação de dois revisores para diminuir os riscos de viés. Para se reduzir o risco do viés de publicação, foi utilizado um passo-a-passo em formato de checagem para se avaliar os critérios de elegibilidade e relevância do artigo.

Quadro 01 – Base de dados e frases de busca utilizados na literatura científica direcionados para a temática “Estudos ecológicos que abordam óbitos por TB”

Base de dados	Frase de busca
Scielo	“Tuberculose” AND “Mortalidade” AND “Análise Espaço-Temporal”
Scielo	“Tuberculose” AND (“Mortalidade” OR “Morte” OR “Causa de Morte”) AND (“Análise Espaço-Temporal” OR “Análise Espacial”)
Scielo	“Tuberculose” AND “Mortalidade” AND (“Análise Espaço-Temporal” OR “Análise Espacial”)
PubMed	(“Tuberculosis” OR “ <i>Mycobacterium tuberculosis</i> Infection” OR “ <i>Mycobacterium tuberculosis</i> ” OR “Koch Disease” OR “Koch’s Disease”) AND “mortality” AND “spatial analysis”
LILACS	“Tuberculose” AND “Mortalidade” AND (“Análise Espaço-Temporal” OR “Análise Espacial”)

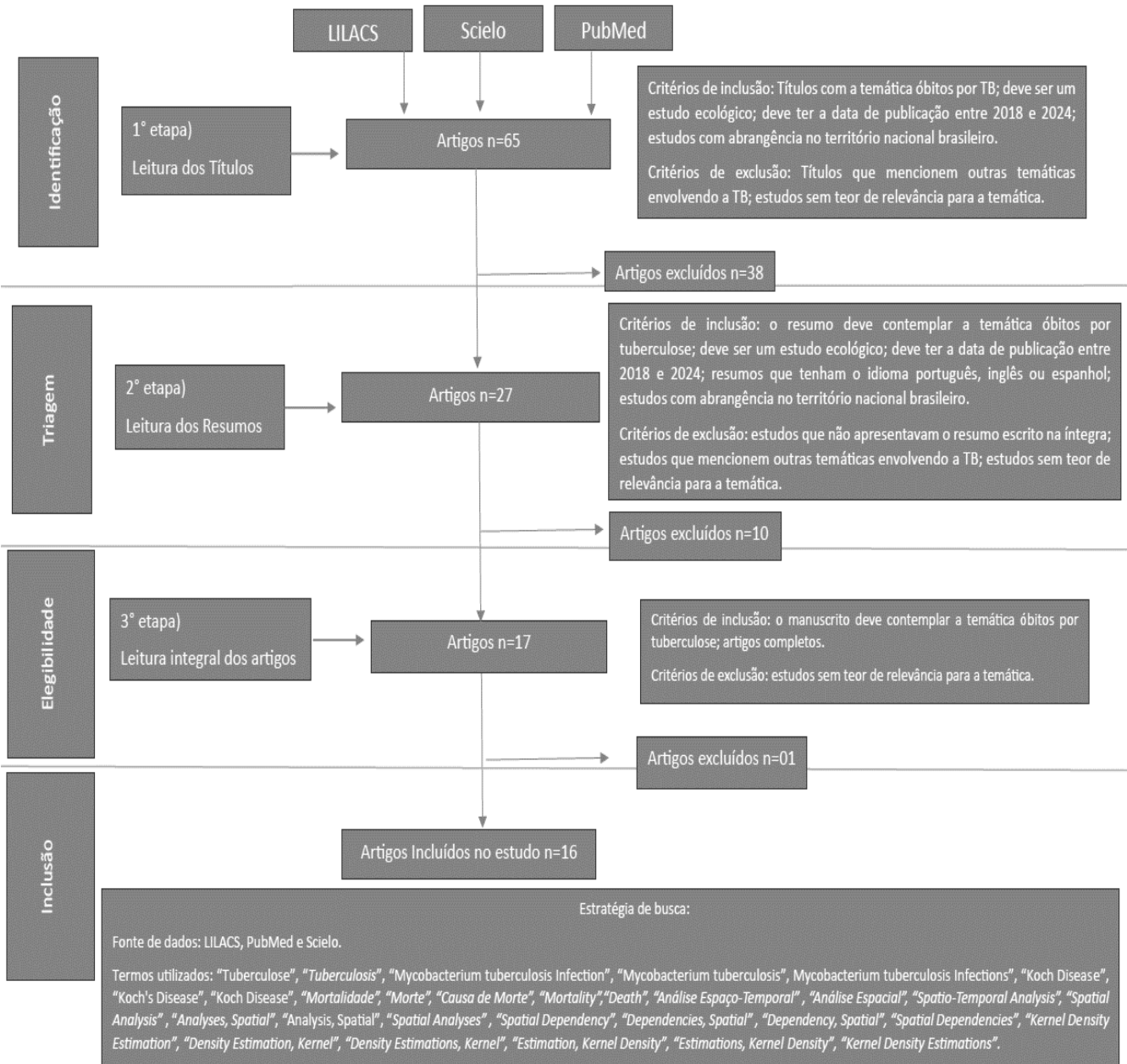
Fonte: Quadro criado pelos autores.

## RESULTADOS

Um total de 65 artigos foram encontrados, três estavam duplicados, 16 foram considerados elegíveis para o estudo (Figura 01), cinco foram selecionados na base de dados da LILACS, um na Scielo e 10 na PubMed. A PubMed, portanto, contemplou maior número de estudos ecológicos publicados, que eram

referentes a temática óbitos por TB no Brasil, no período analisado. Destes, os anos que mais apresentaram publicações de estudos ecológicos sobre o tema foram 2019 e 2020.

Figura 01 – Fluxograma realizado na revisão da literatura



Fonte: Criado pelos autores.

Todos os 16 artigos utilizaram dados secundários provenientes de sistemas de informações de saúde do SUS. Os Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM) foi o mais utilizado (76%). Outros sistemas de informações foram utilizados, tais como: Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN) (dois artigos), Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde, não sendo especificado (DATASUS) (um artigo) e Departamento de Vigilância em Saúde da Secretária Municipal de Saúde de Cuiabá, também não sendo especificado pelos autores (um artigo). Vale ressaltar que o uso de um banco de dados não impedia o uso de informações de outro, podendo o autor utilizar mais de um banco de fonte de dados secundários, como demonstrado no quadro 02.

A macrorregião que apresentou mais estudos ecológicos sobre óbitos por TB foi o Nordeste, contendo seis artigos publicados no período analisado (Andrade et al., 2021; Santos et al., 2023; Queiroz et al., 2018; Rêgo Queiroz et al., 2020; Lima et al., 2020; Sousa et al., 2022). O Sul apresentou quatro artigos, o Centro-oeste e o Norte apresentaram dois artigos, o Sudeste não teve nenhum artigo publicado sobre a temática. A análise referente ao território nacional foi identificada em dois artigos (Arcoverde et al., 2018; Santos et al., 2018; Alves et al., 2019; Dos Santos et al., 2020; Alves et al., 2020; Alves et al., 2020; Dos Santos; Rodrigues; dos Santos, 2021; Arcênio et al., 2022; Berra et al., 2020; Souza et al., 2019).

Os estados no Nordeste que mais fizeram estudos ecológicos sobre óbito por TB foram: Maranhão, Sergipe, Rio Grande do Norte e o Ceará (Andrade et al., 2021; Santos et al., 2023; Queiroz et al., 2018; Rêgo Queiroz et al., 2020; Lima et al., 2020; Sousa et al., 2022). Dentre eles, as escalas geográficas utilizadas variaram entre cidade, município e estado e as unidades de análises foram endereços residenciais, bairros, setores censitários, municípios agrupados em clusters e Unidades de Desenvolvimento Humano (Andrade et al., 2021; Santos et al., 2023; Queiroz et al., 2018; Rêgo Queiroz et al., 2020; Lima et al., 2020; Sousa et al., 2022).

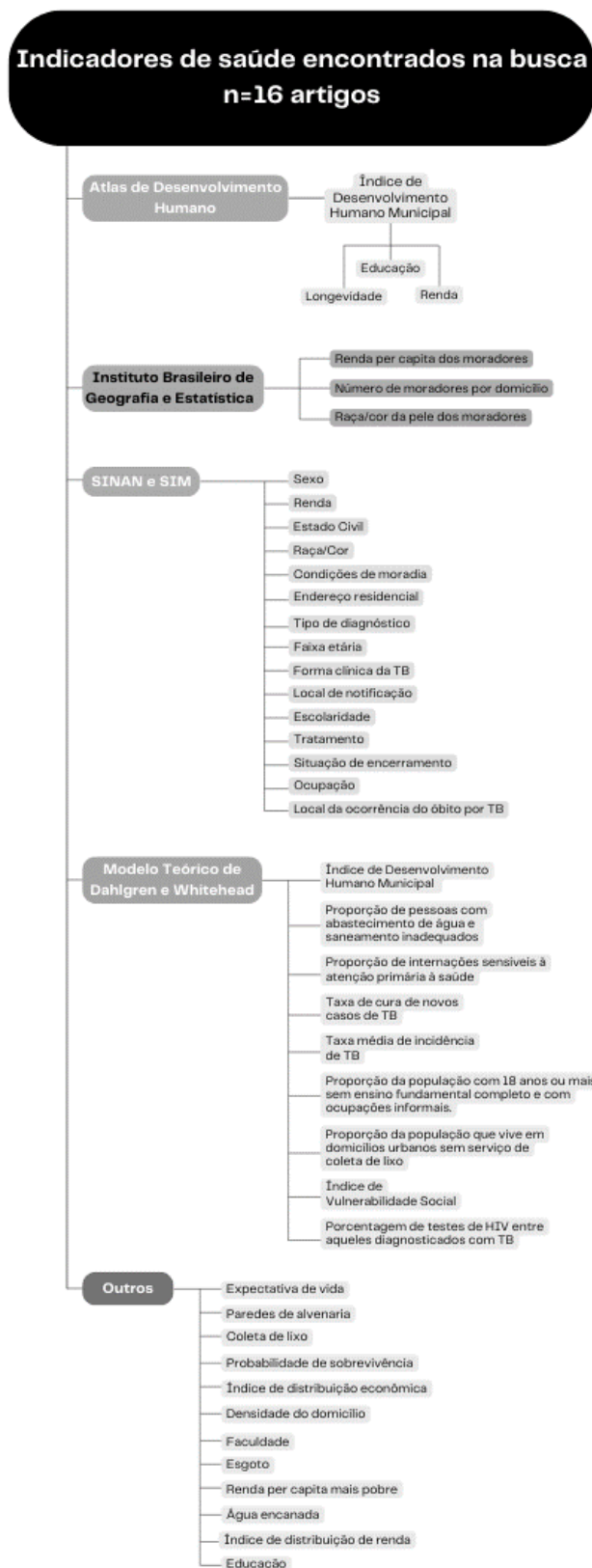
Já em relação aos estados da região Sul, todos os estudos ecológicos sobre a temática foram realizados no Paraná, sendo um realizado em Londrina, um em Foz do Iguaçu e dois em Curitiba (Arcoverde et al., 2018; Santos et al., 2018; Alves et al., 2019; Dos Santos et al., 2020). As unidades de análise variavam entre Unidades de Desenvolvimento Humano, endereços residenciais e setores censitários urbanos (Arcoverde et al., 2018; Santos et al., 2018; Alves et al., 2019; Dos Santos et al., 2020).

Quanto aos métodos de georreferenciamento, o Índice de Moran Global e Local foi o método mais utilizado na amostra. Oito artigos dos 16 utilizaram o índice de Moran Global e Local para avaliarem a correlação entre as áreas, dividindo-as em quatro quadrantes (Q1, Q2, Q3 e Q4), observando-se a dependência espacial dos territórios e fornecendo uma medida de associação entre eles (Dos Santos; Rodrigues; Dos Santos, 2021; Arcênio et al., 2022; Santos et al., 2023; Arcoverde et al., 2018; Rêgo Queiroz et al., 2020; Sousa et al., 2022; Santos et al., 2018; Berra et al., 2020). Técnicas de varredura espacial também foram adotadas pelos autores, sendo utilizada em nove artigos dos 16 da amostra (Andrade et al., 2021; Santos et al., 2023; Arcoverde et al., 2018; Sousa et al., 2022; Santos et al., 2022; Alves et al., 2019; Alves et al., 2020; Dos Santos et al., 2020; Berra et al., 2020). A utilização dessa técnica permitiu que os pesquisadores identificassem os aglomerados espaciais e fizessem inferências, uma vez que essa técnica permite que se observem aglomerados e relações previamente não especificados ao utilizar o processo de base Poisson ou Bernoulli (Kulldorff, 1997).

Foram utilizados diferentes indicadores de saúde para se realizar a análise ecológica (Figura 02). Destes 16 artigos da temática, utilizaram-se variáveis independentes para se analisar o espaço e como estes fatores influenciam diretamente no aumento de casos de óbitos por TB em um espaço. Os indicadores de saúde utilizados variavam com base no referencial adotado pelos autores, sendo o Atlas de Desenvolvimento Humano, variáveis das fichas de notificação do SINAN, SIM e IBGE os mais utilizados. A escolha do referencial vai variar a depender do achado esperado pelo autor ou da pergunta norteadora.



Figura 02 – Indicadores de saúde utilizados nos estudos ecológicos que analisaram o óbito por tuberculose no Brasil, entre 2018 e 2024, publicados nas bases de dados PubMed, Scielo e LILACS



Fonte: Figura de autoria dos autores.

## DISCUSSÃO

Neste estudo de revisão da literatura foram identificados 16 artigos que abordaram a temática óbito por TB no território brasileiro publicados entre 2018 e 2024. Os autores utilizaram dados secundários provenientes do DATASUS, sendo majoritariamente dados provenientes do SIM. Com relação às macrorregiões do país que tiveram seus dados analisados, destaca-se o Nordeste. Para se avaliar a correlação espacial entre os locais, o Índice de Moran Global e Local foi o método mais utilizado na amostra. Por fim, todos os estudos apresentaram como desfecho a relação entre o território e os determinantes sociais (Quadro 02).

A mortalidade por TB é influenciada por variáveis que permeiam a desigualdade em saúde (Arcênio et al., 2022). Isto é percebido nas análises espaciais realizadas pelos autores contemplados nesse estudo de revisão ao se observar que há mais casos registrados de óbitos pela doença nos estudos que foram desenvolvidos em regiões que apresentam maiores índices de desigualdades sociais (Quadro 02) (Queiroz et al., 2018).

No ano de 2023, os estados que apresentaram aumento no número de óbitos por TB foram: Amazonas (5,1 óbitos por 100 mil hab.), Rio de Janeiro (4,7 óbitos por 100 mil hab.), Mato Grosso do Sul (3,9 óbitos por 100 mil hab.) e Pará (3,9 óbitos por 100 mil hab.) (Brasil, 2024). A macrorregião do Nordeste foi a que mais apresentou estudos ecológicos sobre óbitos causados por TB nesta revisão de literatura. Este achado destaca que ainda há locais que não exploram estudos ecológicos para o entendimento da dinâmica do óbito por TB no espaço.

O fato de se haver mais estudos em determinadas regiões enfatiza o reconhecimento do problema e dos fatores intrínsecos que permeiam a temática óbitos por TB. Ao mesmo tempo, saber que determinadas regiões do território brasileiro apresentam alto coeficiente de mortalidade por TB e não apresentam estudos ecológicos com o intuito investigativo dos fatores sociais relacionados, instiga o desenvolvimento desse tipo de análise em diferentes territórios uma vez que essa ferramenta pode auxiliar na análise de risco de um local que não apresente casos registrados de óbito, mas apresentam riscos relacionados a fatores socioeconômicos que podem ocasionar o surgimento de casos de óbitos por TB no futuro (Alves et al., 2019).

Ferramentas como o Índice Global e Local de Moran foram utilizados pelos autores a fim de se verificar a autocorrelação existente no espaço com o indicador de mortalidade (Dos Santos; Rodrigues; Dos Santos, 2021; Arcênio et al., 2022; Santos et al., 2023; Arcoverde et al., 2018; Rêgo Queiroz et al., 2020; Sousa et al., 2022; Santos et al., 2018; Berra et al., 2020). O método de autocorrelação de Moran permite a identificação da distribuição espacial em quadrantes e clusters, permitindo que o leitor e o pesquisador visualizem no mapa dos locais que apresentam correlações positivas e negativas (Santos et al., 2023). No entanto, essa ferramenta apresenta sensibilidades que muito das vezes podem ser desfavoráveis para uma análise de distribuição de óbitos no espaço, tal como a não captação da heterogeneidade espacial local uma vez que não apresenta a distinção dos padrões regionais, podendo haver o cancelamento de resultados e resultando em um valor próximo de zero inferindo em um valor de variável falso acerca de um local (Negreiros et al., 2010). Além disso, a interpretação dos clusters (alto-alto, alto-baixo, baixo-baixo, baixo-alto) pode levar ao leitor a erros de interpretações, sendo ferramentas como o *Gentis-Ord Gi\** mais adequado por se tratar de representações de hot (quente) e cold (frio) spots.

Outra técnica adotada foi a varredura espacial, que é uma ferramenta estatística utilizada para a compreensão do espaço de maneira multidimensional, isto é, considerando o espaço, o tempo e o espaço-tempo (Kulldorff, 1997). A utilização deste método na análise da distribuição do óbito por TB permite observar a relevância estatística, refletindo no mapa os locais com maiores índices de desigualdades sociais e com maiores riscos em relação aos demais locais analisados (Santos et al., 2023). Esse tipo de análise gera controvérsias, pois pode não detectar clusters bem como pode especular clusters genéricos devido o tamanho destas populações analisadas sendo necessário que mais de 50% da população apresente risco. Diferente do Índice de Moran Global e Local, a varredura espacial é capaz de identificar clusters, exige uma população pelo uso do modelo de Poisson, não faz o coeficiente de correlação, realizando o teste de significância para clusters, não é sensível a matriz de pesos e é uma ferramenta ideal para se encontrar agrupamentos de risco.

Explorar diversas ferramentas estatísticas para a compreensão do espaço auxilia na realidade brasileira em relação ao óbito por TB, na identificação, e na implementação de políticas públicas de saúde e, como resultado, na redução dos casos. Não há intervenção sem a identificação e a problematização da temática e isso interfere na solução do agravamento dos casos de TB.

Quadro 02 – Revisão bibliográfica integrativa, de artigos de estudo ecológicos que analisavam óbitos por tuberculose, publicados entre 2018 e 2024 nas bases de dados Scielo, PubMed.e LILACS

Autor e ano	Base de dados	Objetivo(s)	Método Estatístico	Unidade espacial de análise	Escala geográfica	Local	Sistema de informações	Período analisado
ARCÊNCIO et al., 2022	LILACS	Investigar se as variações espaciais dos determinantes sociais afetam as mortes por TB em um município da região amazônica.	Índice de Moran e Regressão Geograficamente Ponderada	Sem informação	Município de Manaus	Manaus, Amazonas, Brasil	SIM	2006 a 2015
ANDRADE et al., 2021	Scielo	Identificar os aglomerados espaciais de risco para a ocorrência de TB e os desfechos do tratamento em um município brasileiro.	Estimador de Kernel e técnica de varredura isotônica.	Endereços Residenciais	Cidade de Imperatriz	Imperatriz, Maranhão, Brasil	SINAN	2013 a 2018
SANTOS et al, 2023	LILACS	Analisar a distribuição espacial das mortes por TB no Maranhão (Brasil) e sua associação com os indicadores socioeconômicos.	Índice de Moran Global e Local, técnica de varreduras espaciais e Modelo Condicional Autorregressivos	Municípios Maranhenses, agrupados em cluster primário (máxima verossimilhança) e secundário (ordenados de acordo com seus testes estatísticos de razão de verossimilhança)	Estado do Maranhão	Maranhão, Brasil	SIM	2010 a 2015
FERREIRA DOS SANTOS; RODRIGUES; SANTOS, 2020	LILACS	Analisar a tendência e distribuição dos óbitos por TB pulmonar no estado do Amazonas. Identificar as áreas com maior frequência de óbitos por município.	Regressão Linear Multipla, Índice de Moran Global e Teste Multiplicador de Lagrange.	Municípios do estado do Amazonas	Estado do Amazonas	Amazonas, Brasil	SIM	2007 a 2017
SOUZA et. Al, 2019	PubMed	Analisar a tendência da taxa de mortalidade por TB nas regiões e unidades federadas do Brasil no período de 1990 a 2015.	Séries Temporais e Regressão por Pontos de Inflexão.	Estados brasileiros	Território nacional brasileiro	Brasil	SIM	1990 a 2015
SANTOS et al, 2018	PubMed	Analisar o padrão espacial da mortalidade por TB através da taxa de mortalidade, risco relativo espacial, taxas bayesianas global e local de mortalidade e suas associações com o Índice de Desenvolvimento Humano.	Taxa Bayesiana Empírica Global e Local, varredura espacial, Correlação de Spearman e Índice de Moran Global e Local.	138 Unidades de Desenvolvimento Humano, cidades	Município de Curitiba	Curitiba, Paraná, Brasil	SIM	2008 a 2014



QUEIROZ et al, 2020	PubMed	Demonstrar a relação espacial entre desenvolvimento social e mortalidade por TB em Unidades de Desenvolvimento Humano de uma cidade do Nordeste do Brasil.	Método Empírico de Bayes, Índice de Moran Global, Correlação Bivariante e Regressão Linear Multipla	59 Unidades de Desenvolvimento Humano	Município de Natal	Natal, Rio Grande do Norte, Brasil	SIM	2008 a 2014
SANTOS et al, 2020	PubMed	Identificar áreas de alto risco para mortalidade por TB e evidenciar seus determinantes sociais por meio de um índice social personalizado e sensível, em um contexto de alta desigualdade no Sul do Brasil.	Teste Qui-quadrado, Teste de Shapiro-Wilk, Técnica de varredura espacial adotando os modelos gaussianos, Modelo discreto de Poisson e Rotação Varimax.	1380 Unidades de Desenvolvimento, dividido em <i>clusters</i> de variáveis sociais	Município de Curitiba	Curitiba, Paraná, Brasil	SIM	2008 a 2015
LIMA et al, 2020	PubMed	Caracterizar as mortes por TB no Sergipe, Brasil, entre 2006 e 2017. Identificar os determinantes associados com a áreas de altas taxas de mortalidade por TB.	Regressão Logística Multivariável, Modelo logístico linear univariado e Regressão Stepwise.	75 municípios de Sergipe	Estado de Sergipe	Sergipe, Brasil	SINAN E SIM	2006 a 2017
BERRA et al, 2020	PubMed	Realizar uma análise espacial dos óbitos por pneumonia não especificada e TB em crianças menores de 5 anos, a fim de investigar se existe associação entre esses eventos nas áreas de maior incidência de TB e os determinantes sociais de saúde.	Técnica de varredura espacial, Modelo Discreto de Poisson, Getis-Ord G e Getis-Ord Gi, Índice Global de Moran e Local.	Todos os municípios brasileiros	Território Nacional brasileiro	Brasil	DATASUS	2006 a 2016
ARCOVERDE et al, 2018	PubMed	Analisar a mortalidade espacial por TB e seus determinantes socioeconômicos na população geral, nas áreas fronteiriças do Brasil, Paraguai e Argentina, bem como a tendência temporal nesta região.	Técnica de varredura de Kulldorff e Nagawalla, Modelo discreto de Poisson, Índice Global e local de Moran e Método de análise autorrelatada de Prais-Winsten.	Endereços Residenciais, divididos em <i>clusters</i> de risco e <i>clusters</i> de baixo risco ou de proteção	Município de Foz do Iguaçu	Foz do Iguaçu, Paraná, Brasil	SIM	2004 e 2015
ALVES et al, 2019	PubMed	Avaliar a magnitude dos determinantes sociais em áreas de risco para a mortalidade por TB em uma cidade de alta incidência de TB.	Método de varredura de Kulldorff e Nagarwalla, Modelo de probabilidade de Poisson, Varimax, Teste Hosmer e Lemeshow.	Endereços Residenciais, dividido em Unidades de Desenvolvimento Humano	Município de Cuiabá	Cuiabá, Mato Grosso, Brasil.	SIM e Departamento de Vigilância em Saúde da Secretária Municipal de Saúde de Cuiabá.	2006 a 2016

ALVES et al, 2020	PubMed	Estimar no espaço e no tempo o risco de mortalidade por TB e avaliar sua relação com as iniquidades sociais por meio de modelos espaço-temporais utilizando abordagem bayesiana em uma área da Amazônia Legal.	Modelo Bayesiano Gaussiano Latente, Probabilidade de Poisson, Estrutura Espaço-temporal e modelos logarítmicos.	89 Unidades de Desenvolvimento Humano do município de Cuiabá	Município de Cuiabá	Cuiabá, Mato Grosso, Brasil.	SIM	2006 a 2016
ALVES et al, 2019	PubMed	Identificar <i>clusters</i> de risco para óbitos por TB e sua variação ao longo do tempo.	Técnica de varredura de Kulldorff e Nagawalla, ferramenta Autocorrelação Espacial Incremental e densidade de Kernel.	678 setores censitários considerados urbanos	Município de Londrina	Londrina, Paraná, Brasil.	SIM	2008 a 2015
SOUSA et al, 2022	LILACS	Indicar o padrão espaço-temporal da mortalidade por TB e os fatores a ela relacionados.	Técnica de Regressão de Pontos de Inflexão, Método Bayesiano empírico Local, Índice de Moran Global e Local, Método de Varredura, modelo discreto de Poisson e o Ordinary Least Square e Regressão espacial geograficamente ponderado.	Municípios do estado do Ceará	Estado do Ceará	Ceará, Brasil.	SINAN	2001 a 2017
QUEIROZ et al, 2018	LILACS	Descrever o perfil epidemiológico da mortalidade por TB. Analisar o padrão espacial dessas mortes. Investigar a tendência temporal da mortalidade por TB no Nordeste do Brasil.	Densidade de pontos de Kernell, Método Bayesiano Empírico Local e Regressão Linear de Prais-Winsten.	Bairros da cidade e os setores censitários de Natal	Município de Natal	Natal, Rio Grande do Norte, Brasil	SIM	2008 a 2014

Fonte: Tabela de autoria dos autores.

## CONCLUSÃO

O estudo permitiu o direcionamento de como utilizar os métodos estatísticos em estudos ecológicos, ressaltando a importância de se estudar o coletivo quando se trata de uma doença infecciosa. Enfatiza-se que entender as relações entre o espaço e o indivíduo contribuem com a compreensão da dinâmica, do comportamento e dos padrões de tendências da doença naquele local e naquelas pessoas que ali habitam. Além disso, mostra que a análise espacial permite avaliar a distribuição da doença no espaço e consegue identificar como que a distribuição e a criação de políticas de saúde pública são essenciais para o enfrentamento de uma enfermidade ou agravo.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos a FAPES, por nos contemplar no EDITAL FAPES Nº 003/2023 – BOLSA PESQUISADOR CAPIXABA – BPC.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, J. D. et al. Bayesian spatio-temporal models for mapping TB mortality risk and its relationship with social inequities in a region from Brazilian Legal Amazon. *Transactions of The Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, v. 114, n. 5, p. 323-331, 2020. <https://doi.org/10.1093/trstmh/traa008>
- ALVES, J. D. et al. Magnitud de los determinantes sociales en el riesgo de mortalidad por tuberculosis en el Centro-Oeste de Brasil. *Gaceta Sanitaria*, v. 34, n. 2, p. 171-178, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.gaceta.2019.01.004>
- ALVES, L. S. et al. Detection of risk clusters for deaths due to tuberculosis specifically in areas of southern Brazil where the disease was supposedly a non-problem. *BMC Infectious Diseases*, v. 19, n. 1, p. 628, 2019. <https://doi.org/10.1186/s12879-019-4263-1>
- ANDRADE, H. L. P. et al. Spatial analysis of risk areas for the development of tuberculosis and treatment outcomes. *Revista Brasileira de Enfermagem*, v. 74, n. 2, 2021. <https://doi.org/10.1590/0034-7167-2020-0564>
- ARCÊNCIO, R. A. et al. Distribuição e dependência espacial da mortalidade por tuberculose em um município da região amazônica. *Cadernos de Saúde Coletiva*, v. 30, n. 1, p. 1-12, 2022. <https://doi.org/10.1590/1414-462x202230010308>
- ARCOVERDE, M. A. M. 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*, v. 18, n. 1, p. 795, 2018. <https://doi.org/10.1186/s12889-018-5623-2>
- BERRA, T. Z. et al. Social determinants of deaths from pneumonia and tuberculosis in children in Brazil: an ecological study. *BMJ Open*, v. 10, n. 8, 2020. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2019-034074>
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Brasil livre da tuberculose: plano nacional pelo fim da tuberculose como problema de saúde pública**. Brasília: Ministério da Saúde, 2016. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/svsa/tuberculose/brasil-livre-da-tuberculose/view>. Acesso em: 21 set. 2023.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Diretrizes metodológicas: elaboração de revisão sistemática e meta-análise de ensaios clínicos randomizados**. Brasília: Ministério da Saúde, 2021. Disponível em: [https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/diretrizes\\_metodologicas\\_elaboracao\\_sistematica.pdf](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/diretrizes_metodologicas_elaboracao_sistematica.pdf). Acesso em: 28 dez. 2023.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Manual de recomendações para o controle da tuberculose no Brasil**. 2. ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2019. Disponível em: [https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual\\_recomendacoes\\_controle\\_tuberculose\\_brasil\\_2\\_ed.pdf](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_recomendacoes_controle_tuberculose_brasil_2_ed.pdf). Acesso em: 01 mar. 2023.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Boletim epidemiológico de tuberculose**. Brasília: Ministério da Saúde, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/boletins/epidemiologicos/especiais/2023/boletim-epidemiologico-de-tuberculose-numero-especial-mar.2023/view>. Acesso em: 01 mar. 2023.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Boletim epidemiológico de tuberculose**. 1. ed. Brasília: 2024. Disponível em : <https://www.gov.br/aids/pt-br/central-de->

[conteudo/boletins-epidemiologicos/2024/boletim-epidemiologico-tuberculose-2024/view](#) Acesso em:  
25 mar. 2024.

FALAGAS, M. E. et al. Comparison of PubMed, Scopus, Web of Science, and Google Scholar: strengths and weaknesses. *FASEB Journal*, v. 22, n. 2, p. 338-342, 2008. <https://doi.org/10.1096/fj.07-9492LSF>

FERREIRA DOS SANTOS, M.; FERREIRA DOS SANTOS RODRIGUES, J.; FERREIRA DOS SANTOS, M. Análise espacial dos óbitos por tuberculose pulmonar no estado do Amazonas. *Nursing* (São Paulo), v. 24, n. 273, p. 5243-5254, 2021. <https://doi.org/10.36489/nursing.2021v24i273p5243-5254>

JINYI, W. et al. Global, regional, and national mortality of tuberculosis attributable to alcohol and tobacco from 1990 to 2019: A modelling study based on the Global Burden of Disease study 2019. *Journal of Global Health*, v. 14, 2024. <https://doi.org/10.7189/jogh.14.04023>

KIBUUKA, D. et al. A Spatial Analysis of Tuberculosis Related Mortality in South Africa. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 18, n. 22, 2021. <https://doi.org/10.3390/ijerph182211865>

KULLDORFF, M. A Spatial Scan Statistic. *Communications in Statistics - Theory and Methods*, v. 26, n. 6, p. 1481-1496, 1997. <https://doi.org/10.1080/03610929708831995>

LIMA, S. V. M. A. et al. Determinants associated with areas with higher tuberculosis mortality rates: an ecological study. *Tropical Medicine & International Health*, v. 25, n. 3, p. 338-345, 2020. <https://doi.org/10.1111/tmi.13349>

LIMA, S. V. M. A. et al. Spatial and temporal analysis of tuberculosis in an area of social inequality in Northeast Brazil. *BMC Public Health*, v. 19, n. 1, p. 8732019. <https://doi.org/10.1186/s12889-019-7224-0>

NGUYEN, D. T.; AGARWAL, S.; GRAVISS, E. A. Trends of tuberculosis meningitis and associated mortality in Texas, 2010-2017, a large population-based analysis. *PLoS One*, v. 14, n. 2, 2019. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0212729>

PRASAD, A. et al. A world of cities and the end of TB. *Transactions of The Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, v. 110, n. 3, p. 151–152, 2016. <https://doi.org/10.1093/trstmh/trw004>

QUEIROZ, A. A. R. D. et al. Spatial pattern and temporal trend of mortality due to tuberculosis. *Revista Latino-Americana de Enfermagem*, v. 26, e2992, 2018. <https://doi.org/10.1590/1518-8345.2049.2992>

RÊGO QUEIROZ, A. A et al. Effect of social development in reducing tuberculosis mortality in northeastern Brazil areas. *Journal of Infection in Developing Countries*, v. 14, n. 8, p. 869-877, 2020. <https://doi.org/10.3855/jidc.12196>

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. *Epidemiology & Infection*, v. 146, n. 14, p. 1763-1770, 2018. <https://doi.org/10.1017/S0950268818001929>

SANTOS, D. T. et al. Social risk and its association with tuberculosis mortality in a context of high inequality in South Brazil: A geo-epidemiology analysis. *Journal of Infection and Public Health*, v. 13, n. 8, p. 1148-1155, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.jiph.2020.03.010>

SANTOS, M. **A natureza do espaço**. 4. ed. São Paulo: EdUSP- Editora da Universidade de São Paulo, 2006.

SANTOS, V. B. et al. Análise espacial dos óbitos por tuberculose em um estado do nordeste brasileiro. *Enferm Actual Costa Rica*, n. 45, 2023. <https://doi.org/10.15517/enferm.actual.cr.i45.47795>

SOUZA, C. D. F. et al. Trends in tuberculosis mortality in Brazil (1990-2015): joinpoint analysis. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*, v. 45, n. 2, 2019. <https://doi.org/10.1590/1806-3713/e20180393>

WORLD HEALTH ORGANIZATION. WHO. Compendium of WHO guidelines and associated standards: ensuring optimum delivery of the cascade of care for patients with tuberculosis, 2018. Geneva: 2018.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. WHO. **Global tuberculosis report 2021**. Geneva: World Health Organization, 2021.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. WHO. **Global tuberculosis report 2023**. Geneva: 2023.