

## GEOPROCESSAMENTO E ANÁLISE ESPACIAL RELACIONADAS A COINFECÇÃO TUBERCULOSE/VÍRUS DA IMUNODEFICIÊNCIA HUMANA: REVISÃO INTEGRATIVA

Maria Eduarda Lucio de Oliveira<sup>1</sup>, Emiliania Cristina Melo<sup>2</sup>, Tatiane Renata Fagundes<sup>3</sup>, Carolina Fordellone Rosa Cruz<sup>4</sup>, Edivaldo Cremer<sup>5</sup>, Alessandro Rolim Scholze<sup>6</sup>

### RESUMO

**Objetivo:** investigar as evidências científicas referente às técnicas de geoprocessamento e análise espacial relacionadas à coinfeção tuberculose/Vírus da Imunodeficiência Humana. **Método:** revisão integrativa da literatura de artigos publicados, sem recortes temporais e de idioma, com diferentes desenhos de estudos, disponíveis eletronicamente nas bases de dados Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde, Base de Dados de Enfermagem, Web of Science, Excerpta Medica DataBASE e National Library of Medicine National Institutes of Health. Utilizou-se como pergunta de pesquisa: quais as evidências científicas referentes às técnicas de geoprocessamento e análise espacial relacionadas à coinfeção tuberculose/Vírus da Imunodeficiência Humana? O software State of the Art through Systematic Review foi utilizado para o gerenciamento do banco de dados, e os dados foram apresentados em forma descritiva. **Resultados:** a pesquisa resultou em 1.837 artigos. Desses, dez artigos compuseram a amostra. As principais técnicas utilizadas foram Moran, varredura espacial e modelagem espacial. Quanto às principais características relacionadas à coinfeção tuberculose/Vírus da Imunodeficiência Humana, destacam-se baixo nível de riqueza, acesso precário à saúde, raça preta/parda e indígena, baixa escolaridade, mulheres, idade avançada com risco de mortalidade. **Conclusão:** entende-se que as técnicas de geoprocessamento e análise espacial são de extrema importância para a identificação de áreas de risco espacial, além de auxiliarem no desenvolvimento de ações de saúde em territórios específicos, fator esse que contribui positivamente com a gestão e a saúde pública.

**Descritores:** Análise espacial; Coinfeção pelo HIV; Enfermagem; HIV; Tuberculose.

---

<sup>1</sup>Universidade Estadual do Norte do Paraná. Bandeirantes, Paraná, Brasil. ORCID: 0009-0003-2451-7442

<sup>2</sup>Universidade Estadual do Norte do Paraná. Bandeirantes, Paraná, Brasil. ORCID: 0000-0003-1013-4574

<sup>3</sup>Universidade Estadual do Norte do Paraná. Bandeirantes, Paraná, Brasil. ORCID: 0000-0003-4634-360X

<sup>4</sup>Universidade Estadual do Norte do Paraná. Bandeirantes, Paraná, Brasil. ORCID: 0000-0002-8936-9191

<sup>5</sup>Universidade Estadual do Norte do Paraná. Bandeirantes, Paraná, Brasil. ORCID: 0000-0001-8604-1556

<sup>6</sup>Universidade Estadual do Norte do Paraná. Bandeirantes, Paraná, Brasil. ORCID: 0000-0003-4045-3584

## INTRODUÇÃO

---

A tuberculose (TB) é uma doença infecciosa e transmissível, causada pela bactéria *Mycobacterium tuberculosis*, também conhecida como bacilo de Koch, que atinge principalmente os pulmões (pulmonar), embora possa acometer outros órgãos e/ou sistemas como rins, olhos, ossos entre outros (extrapulmonar)<sup>1</sup>. Estima-se que, em 2021, a TB acometeu cerca de 10,6 milhões de pessoas no mundo e, desses, apenas 6,4 milhões (60,4%) foram notificados, evidenciando, assim, uma subnotificação de pessoas com TB no mundo, redução essa decorrente da pandemia de COVID-192. No Brasil, em 2022, foram notificados 78.057 casos novos, o que equivale a um coeficiente de incidência de 36,3 casos por 100 mil habitantes<sup>2</sup>.

Nesse sentido, a TB é uma questão prioritária de saúde pública, e alguns grupos populacionais encontram-se mais vulneráveis para o desenvolvimento da doença, como as Pessoas Vivendo com o Vírus da Imunodeficiência Humana (PVHIV), a População em Situação de Rua (PSR) e a População Privada de Liberdade (PPL)<sup>3-4</sup>. Destacam-se, também, alguns fatores potenciais que influenciam no desfecho do tratamento, como sexo, idade, escolaridade,

forma da TB, agravos associados como Diabetes Mellitus, doença mental, usuários de substâncias psicoativas e com acesso limitado aos serviços de saúde<sup>1,5</sup>.

A TB, quando associada à coinfeccção pelo Vírus da Imunodeficiência Humana (HIV), pode potencializar o quadro clínico e epidemiológico desse agravo<sup>6</sup>. A coinfeccção TB/HIV em 2020 e 2021 obteve um decréscimo de novos casos com delineamento de 82,2% e 76,9%, respectivamente,<sup>3</sup> e, no ano de 2022, o Brasil apresentou 6.557 casos de coinfeccção de TB/HIV<sup>2</sup>.

Os pacientes com diagnóstico de HIV necessitam realizar de forma rotineira o teste rápido de TB e o teste de cultura para micobactérias, visando um diagnóstico precoce e início imediato do tratamento<sup>6</sup>, visto que pacientes imunossuprimidos, ou seja, PVHIV, apresentam 10% de risco para o desenvolvimento da forma ativa da TB em toda a vida, bem como a taxa de mortalidade neste grupo é de 19%, quando comparado com a população geral<sup>7</sup>.

Nesse sentido, faz-se necessário que os serviços de saúde pública, principalmente a atenção básica, realizem ações direcionadas para o diagnóstico precoce da TB e HIV, para que seja implementada a introdução do

esquema terapêutico com a terapia antirretroviral, pois o HIV é um fator dominante para a ativação da TB e desfechos desfavoráveis<sup>6</sup>.

Frente a essa constatação, a análise espacial pode ser uma aliada no gerenciamento da assistência à saúde, considerando que esse é um método utilizado para interpretar dados e compreender a situação epidemiológica de uma determinada doença dentro de um território, bem como formulação de hipótese para teste de padrões observados em certas regiões específicas, sendo muito utilizado na gestão e apoio para enfrentar problemas apresentados na saúde pública<sup>8</sup>. Acredita-se que as técnicas de análise espaciais e de geoprocessamento possam auxiliar na organização dos serviços de saúde e na melhoria das atividades colaborativas para o aprimorar a prevenção, o diagnóstico e o tratamento da coinfeção TB/HIV.

Portanto, esta revisão tem como objetivo descrever as evidências científicas referentes às técnicas de geoprocessamento e análise espacial relacionadas à coinfeção TB/HIV.

## MÉTODO

---

Trata-se de uma revisão integrativa da literatura, realizada de acordo com as seis etapas, sendo elas: 1ª etapa: elaboração da pergunta de pesquisa; 2ª etapa: seleção dos estudos primários; 3ª etapa: identificação das características do estudo e extração dos dados; 4ª etapa: avaliação dos estudos primários; 5ª etapa: análise e interpretação dos resultados; e 6ª etapa: apresentação da revisão<sup>9</sup>.

Primeiramente, estruturou-se o acrônimo PCC (População, Contexto e Conceito) para a estruturação da pergunta de pesquisa, bem como para a seleção dos descritores. Para tanto, utilizou os significados: P – produções científicas; C – coinfeção TB/HIV; C – técnicas de geoprocessamento e análise espacial, estruturando a seguinte pergunta de pesquisa: quais as evidências científicas referentes às técnicas de geoprocessamento e análise espacial relacionadas à coinfeção TB/HIV?

Adotou-se como critérios de inclusão artigos de pesquisa original disponibilizados na íntegra, de livre acesso, sem restrição de

idioma e/ou tempo de publicação, que abordassem exclusivamente TB coinfeção HIV. Foram excluídos estudos que não apresentam técnicas de análise utilizado no método e que investigavam outros tipos de agravos à saúde, bem como resenhas, resumos científicos, opiniões, cartas ao editor, relatórios, estudos de caso, livros, resumos de anais de eventos, dissertações e teses.

Para a estruturação dos descritores nas bases de dados, utilizaram-se os dicionários *Medical Subject Headings* (MeSH), para as bases de dados internacionais, e Descritores em Ciências da Saúde (DeCS), para as nacionais, utilizando as seguintes bases: Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS) e Base de Dados de Enfermagem (BDENF) (bases nacionais); e a *Web of Science* (WoS), *Excerpta Medica DataBASE* (EMBASE) e a *Medical Literature Analysis and Retrieval System Online* (MEDLINE) (bases internacionais).

Após a definição dos descritores e das bases de dados, realizaram-se diferentes testes e combinações de descritores, com o intuito de ampliar as buscas e obter um maior número de artigos para a inclusão nesta revisão. Ademais, para obter uma sensibilização na estratégia de busca,

utilizaram-se os operadores booleanos *AND*, para a ocorrência simultânea de assuntos, e *OR*, para os sinônimos, conforme demonstrado no Quadro 1. A busca nas bases de dados ocorreu em dezembro de 2021.

A elegibilidade dos artigos, ou seja, leitura dos estudos, foi subdividida em duas etapas: 1ª etapa - triagem dos estudos; e 2ª etapa - extração dos dados. A triagem ocorreu em duplo cego por revisores independentes. Quando houve discordância entre os avaliadores, o estudo era encaminhado para um terceiro avaliador, diminuindo, assim, o viés de pesquisa.

Na etapa de extração, foi realizada a leitura na íntegra de forma crítica/reflexiva para a obtenção das informações. Nesse sentido, para auxiliar na leitura e extração dos dados, os pesquisadores estruturaram um instrumento no *Excel* composto pelas seguintes informações: características dos estudos (autores, ano, país, delineamento do estudo, nível de evidência, revista científica, amostra, período temporal e período do estudo). Os artigos incluídos neste estudo foram categorizados e nomeados de acordo com o código de identificação de cada artigo (ID) utilizando um sistema numeral (01,02,03, etc.)

Este estudo seguiu as recomendações

**Quadro 1** - Estratégias de busca e o total de estudos encontrados de acordo com as bases de dados. Paraná, Brasil, 2023

BASE DE DADOS	ESTRATÉGIAS DE BUSCA	TOTAL
MEDLINE	(Human Immunodeficiency Virus[Title]) OR (Immunodeficiency Virus, Human[Title]) OR (Virus, Human Immunodeficiency[Title]) OR (HIV Infection[Title]) OR (Infections, HIV[Title]) OR (HIV Coinfection[Title]) OR (Coinfection, HIV[Title]) OR (Coinfections, HIV[Title]) OR (Tuberculoses[Title]) OR (Kochs Disease[Title]) OR (Koch's Disease[Title]) OR (Mycobacterium tuberculosis Infection[Title]) OR (Infection, Mycobacterium tuberculosis[Title]) AND (Autocorrelation, Spatial[Title]) OR (Spatial Autocorrelations[Title]) OR (Spatial Dependency[Title]) OR (Dependencies, Spatial[Title]) OR (Spatial Dependencies[Title]) OR (Kernel Density Estimation[Title]) OR (Density Estimations, Kernel[Title]) OR (Estimation, Kernel Density[Title]) OR (Analyses, Spatial[Title]) OR (Analysis, Spatial[Title]) OR (Spatial Analyses[Title]) OR (Spacial Analysis[Title]) OR (Population Spatial Distribution[Title]) OR (Distribution, Population Spatial[Title]) OR (Interrupted Time Series[Title]) OR (Time Series, Interrupted[Title]) OR (Epidemiological Studies[Title]) OR (Epidemiological Study[Title]) OR (Studies, Epidemiological[Title])	1.486
EMBASE	('hiv'/exp OR 'hiv' OR 'human immunodeficiency virus'/exp OR 'human immunodeficiency virus' OR 'immunodeficiency virus, human' OR 'hiv infection'/exp OR 'hiv infection' OR 'coinfection, hiv') AND ('tuberculosis'/exp OR 'tuberculosis' OR 'tuberculosis' OR 'kochs disease' OR 'mycobacterium tuberculosis infection'/exp OR 'mycobacterium tuberculosis infection' OR 'infection, mycobacterium tuberculosis') AND ('spatial analysis' OR 'spatial analysis' OR 'analyses, spatial' OR 'analysis, spatial' OR 'population spatial distribution' OR 'distribution, population spatial' OR 'interrupted time series' OR 'epidemiological studies')	189
LILACS	(ti:(hiv)) AND (ti:(tuberculose)) AND (ti:(‘análise espacial’)) OR (ti:(‘distribuição espacial’)) OR (ti:(‘estudos epidemiológicos’)) AND ( db:(“LILACS”))	128
WoS	#1 hiv (Título) OR hiv (Título) OR human immunodeficiency virus (Título) OR immunodeficiency virus, human (Título) OR hiv infection (Título) OR hiv infection (Título) OR coinfection, hiv (Título) #2 tuberculosis (Título) OR tuberculosis (Título) OR kochs disease (Título) OR mycobacterium tuberculosis infection (Título) OR mycobacterium tuberculosis infection (Título) OR infection, mycobacterium tuberculosis (Título) #3 spatial analysis (Título) OR analyses, spatial (Título) OR analysis, spatial (Título) OR population spatial distribution (Título) OR distribution, population spatial (Título) OR interrupted time series (Título) OR epidemiological studies (Título)	7
BDENF	ti:(hiv )) AND (ti:(tuberculose)) AND (ti:(‘análise espacial’)) OR (ti:(‘distribuição espacial’)) OR (ti:(‘estudos epidemiológicos’)) AND ( db:(“BDENF”))	27

Fonte: próprio autor

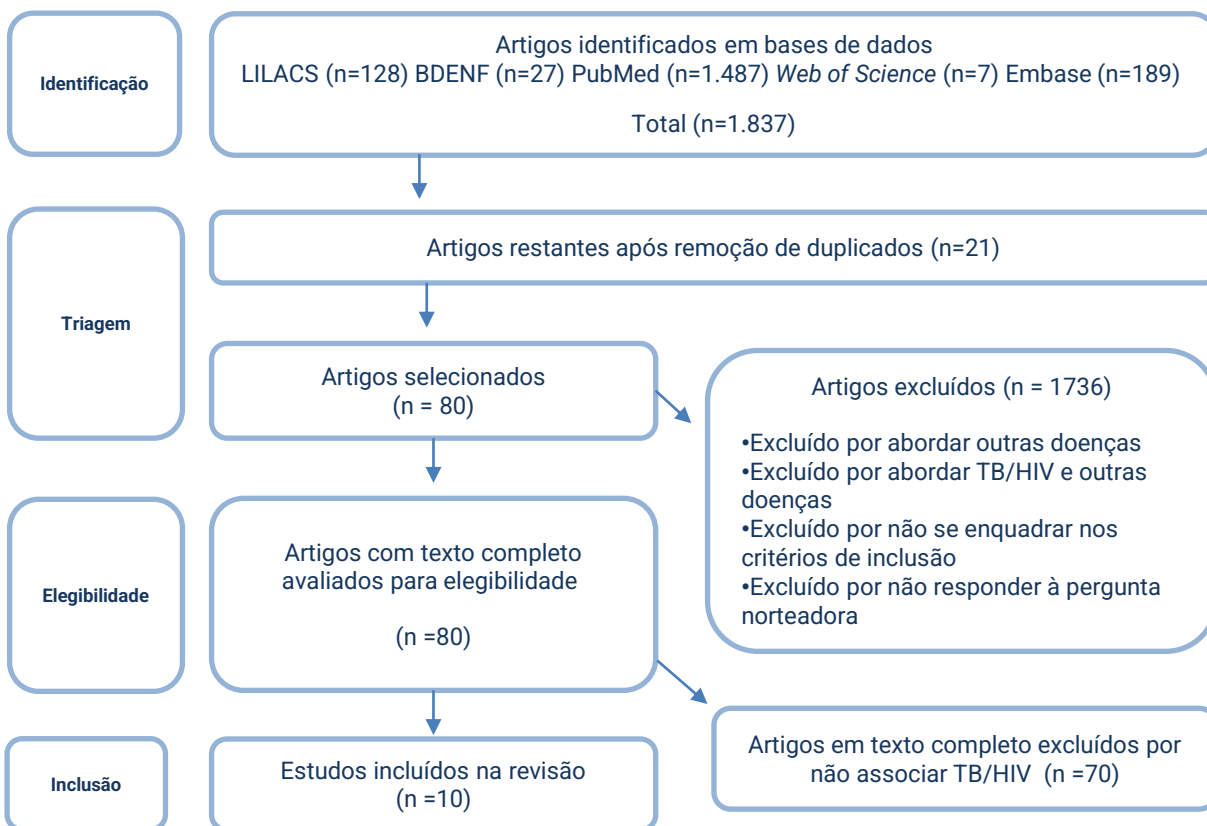
*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA)<sup>10</sup>. Para a interpretação dos resultados e a apresentação da revisão, optou-se por discutir os achados a partir de avaliação crítica dos temas sobre a questão de pesquisa do estudo.

## RESULTADOS

Inicialmente, foram identificados 1.837

estudos, e excluídos 21 por duplicidade. Posteriormente, realizou-se a triagem dos artigos, dos quais 1.736 estudos não se enquadraram nos critérios de inclusão. Após, realizou-se a leitura na íntegra dos 80 artigos que foram incluídos para a próxima etapa (extração dos dados) e, desses, 10 compuseram esta revisão integrativa, conforme Figura 1.

**Figura 1** - Fluxograma de distribuição do número de artigos encontrados, excluídos e selecionados por bases de dados, conforme o *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*. Paraná, Brasil, 2023



**Fonte:** fluxograma da pesquisa baseado no método *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*.

No Quadro 2, é apresentada a caracterização da produção científica incluída nesta revisão. Dos 10 artigos analisados, 50% foram desenvolvidos no Brasil, seguido por 20% na África do Sul. Quanto ao ano da publicação, 40% foram publicados em 2019 e 20% em 2020.

Com relação ao delineamento dos estudos, 80% eram ecológicos e, conforme o Qualis/CAPES 2017-2020, majoritariamente, os artigos foram publicados em periódicos com um Qualis A1, A3 e B1, sendo que, desses, 50% eram em periódicos internacionais (ID: 01, 03, 04, 05 e 08). Referente à população/amostra dos estudos, identificou-se que a média da população estudada foi de 1.883.429 pessoas (mínima de 996 e máxima 12.491.280 pessoas). Com relação ao tempo de estudo, a média foi de 8,66 anos (mínima de 1 e a máxima 25 anos).

Ainda no Quadro 2, ao observar as principais técnicas de análise utilizada nos estudos de coinfeção TB/HIV, é possível constatar que a técnica de Moran esteve presente em (50%), seguido por varredura espacial e modelagem espacial, ambos com 20%. Todos os estudos trabalharam com base de dados secundários. Os estudos nacionais

utilizaram o Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN), e os internacionais, os sistemas de informação dos respectivos países.

Ao analisar o Quadro 3, quanto às características dos principais resultados, observa-se que os fatores de risco que influenciam na coinfeção TB/HIV foram fator socioeconômico e acesso precário ao sistema de saúde (ID: 01, 02 e 05), baixo nível de escolaridade (ID: 01, 05 10), raça/cor preta, parda ou indígena (ID: 06 e 07), não possuir residência fixa (ID: 02), rotatividade populacional e territorial (ID: 04) e uso de drogas injetáveis (ID: 07).

Foi possível constatar também que a coinfeção TB/HIV esteve presente em ambos os sexos. No entanto, foram observadas características distintas, visto que ser do sexo masculino, possuir até três anos de estudo e não apresentar cuidados com a saúde foram fatores de risco (ID: 02 e 09). Dessa maneira, ao analisar a mortalidade em adultos pela coinfeção TB/HIV, constatou-se que ser do sexo masculino, idade avançada, raça/cor negra e residentes da região Sul do Brasil apresentou maior chances de evoluir ao óbito (ID: 06). Já ao analisar a mortalidade infantil,

**Quadro 2** - Caracterização dos estudos incluídos na revisão integrativa segundo o código de identificação, país e ano de publicação, delineamento do estudo, Qualis/CAPES, revista que o artigo foi publicado, amostra ou total de casos estudados, tempo de realização do estudo, técnicas de análises aplicadas e bases de dados utilizadas. Paraná, Brasil, 2023

ID	País	Ano	Delineamento do estudo	Qualis/Capes	Revista	Amostra/Total	Tempo	Técnicas de análises aplicadas	Base de dados utilizadas
01	Etiópia	2019	Ecológico	A1	<i>Plos One</i>	2.023.239	2015-2017	Índice de Moran	Sistema Nacional de Informações de Gestão de Saúde
02	Brasil	2020	Ecológico	A1	Revista Saúde Pública	6.092	2007-2015	Índice de Moran	Sistema de Informação de Agravos de Notificação
03	África do Sul	2020	Ecológico	A1	<i>The Journal of Infectious Diseases</i>	8.966	2004-2010	Varredura espacial	Definições de <i>World Health Organization</i>
04	África do Sul	2019	Ecológico	A1	<i>Scientific Report</i>	41.812	2009-2015	Varredura espacial e densidade de Kernel	Sistema de Vigilância Demográfica da <i>Africa Health Research Institute</i>
05	Uganda	2019	Coorte	A3	<i>BMC Infectious Disease</i>	10.000	2015-2017	Índice de Moran	Definições de <i>World Health Organization</i>
06	Brasil	2016	Descritivo	A1	Cadernos de Saúde Pública	12.491.280	2000-2011	Tendência espacial, modelo de regressão <i>joinpoint</i> , Monte Carlo e distribuição espacial	Sistema de Informações sobre Mortalidade
07	Brasil	2014	Ecológico	A3	Revista Brasileira de Epidemiologia	81.590	1982-2007	Técnica geoprocessamento Krigagem, Índice de Moran e tendência	Sistema de Informação de Agravos de Notificação
08	Inglaterra	2013	Ecológico	A1	<i>Global Health Action</i>	6.692	2004	Verossimilhança, regressão logística geoespacial, inferência bayesiana e modelagem espacial	Sistema de Vigilância Sociodemográfica e de Saúde de Agincourt
09	Brasil	2019	Ecológico	B1	Revista de Epidemiologia e Controle de Infecção	3.322.820	2001-2016	Modelagem espacial	Sistema de Informação de Agravos de Notificação
10	Brasil	2010	Ecológico	B1	Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical	415.508	1998-2006	Índice de Moran	Sistema de Informação de Agravos de Notificação

Fonte: próprio autor



ser do sexo feminino possui duas vezes mais de chances de morte pela coinfeção, mas, conforme o crescimento e desenvolvimento, a probabilidade da mortalidade diminuiu (ID: 08).

Já entre o sexo feminino, ser analfabetas e possuir vida sexualmente ativa após os 15 anos foram fatores de risco (ID: 03, 04, 10). Ao analisar a mortalidade infantil, nota-se que as famílias chefiadas por mulheres apresentaram risco de 60% maior de mortalidade infantil pela coinfeção de TB/HIV, em comparação a famílias chefiadas por homens (ID: 08).

Quanto às técnicas de análise espacial, nota-se que a técnica de Moran foi a mais prevalente nos estudos (ID: 01, 02, 05, 07 e 10), sendo que a mesma também foi utilizada com associação a outras técnicas de análise (ID: 05 e 07). Assim, ao visualizar as técnicas associadas, nota-se que Moran e a análise de correlação de Spearman mostraram que a coinfeção está altamente correlacionada com o tempo, e as taxas de TB foram influenciadas pelas taxas de HIV na vizinhança e vice-versa (ID: 05). Também observou-se a utilização de Moran, técnica de geoprocessamento

Krigagem e tendência espacial, no qual visualizaram-se áreas com altas incidências de coinfeção TB/HIV, especialmente em territórios litorâneas do Sul, Sudeste e Norte do Brasil (ID: 07).

## DISCUSSÃO

---

O presente estudo teve como objetivo descrever as evidências científicas referente às técnicas de geoprocessamento e análise espacial relacionadas à coinfeção TB/HIV. Neste sentido, foi evidenciado que as técnicas de Moran, modelagem espacial e varredura espacial foram as mais utilizadas entre os estudos de geoprocessamento e de análise espacial internacionais<sup>11-15</sup> e nacionais<sup>16-19</sup> sobre a coinfeção TB/HIV. Nesse contexto, nota-se a importância de conhecer e descrever os tipos de análises usadas atualmente, para reproduzi-las em estudos a nível nacional, estadual ou municipal, contribuindo com a gestão em saúde<sup>8</sup>.

A utilização das técnicas de análise e do geoprocessamento dos dados nos serviços de saúde é uma ferramenta importante para a implementação de ações de saúde e na

**Quadro 3** - Caracterização dos estudos incluídos na revisão segundo o código de identificação, título do estudo, principais características do estudo e principais resultados das análises espaciais realizadas. Paraná, Brasil, 2023

ID	Título	Principais características	Principais resultados das análises espaciais
01	<i>Spatial patterns of tuberculosis and HIV coinfection in Ethiopia</i>	A prevalência de HIV entre os doentes de TB foi de 7,34%. Os fatores de nível ecológico associados à prevalência de TB entre pessoas vivendo com HIV foram o acesso precário aos serviços de saúde (OR: 0,76; 95% CrI: 0,59, 0,95), baixo índice de riqueza (OR: 1,31; 95% CrI: 1,01, 1,67) e baixa taxa de alfabetização (OR: 1,37; 95% CrI: 1,03, 1,78).	Pontos quentes foram observados em distritos localizados nas regiões de Amhara, Afar e Gambela, e pontos frios foram observados nas regiões de Oromiya e <i>Southern Nations, Nationalities, and People</i> . A prevalência de TB entre pessoas vivendo com HIV variou de 0,7% na região de Oromia a 14,5% na região de Afar. Pontos críticos de prevalência de TB entre pessoas vivendo com HIV foram observados em distritos localizados nas regiões de Gambela, Afar, Somali e Oromiya, enquanto os pontos frios foram observados em distritos localizados nas regiões de Amhara e Tigray.
02	<i>TB-HIV co-infection: spatial and temporal distribution in the largest Brazilian metropolis</i>	A proporção de coinfeção TB/HIV variou de 10,5% a 13,7%, com queda de 3,0% ao ano (IC95% -3,4% – -2,6%), e foi maior nos indivíduos sem residência fixa e acesso precário à saúde. As taxas de incidência diminuíram 3,6% ao ano (IC95% -4,4% – -2,7%), passando de 7,0 para 5,3 por 100.000 habitantes/ano.	A coinfeção apresentou autocorrelação espacial positiva e significativa, com padrão espacial heterogêneo e aglomerado de alto risco na região Central do município. A cura foi alcançada em 55,5% dos casos com residência fixa e em 32,7% dos casos sem residência fixa.
03	<i>Spatiotemporal clustering of multidrug-resistant and extensively drug-resistant TB is associated with HIV status and drug-susceptibility patterns in KwaZulu-Natal, South Africa</i>	Aproximadamente 51% da coorte eram mulheres e jovens (idade média, 33; IQR, 26-41). A maioria das pessoas com status de HIV conhecido (4126/6704) estava infectada pelo HIV (72,1%). Entre os pacientes coinfectados pelo HIV, 2.294 (55,6%) estavam em TARV.	Na análise de sensibilidade, a janela de varredura máxima foi definida espacialmente até 500 km e temporalmente até 100% do período de estudo. Pela análise contínua de 7 anos, identificamos 11 <i>loci</i> espaço-temporais de aumento da incidência de TB ( <i>clusters</i> ), 10 dos quais foram estatisticamente significativos.
04	<i>Space-time clustering of recently-diagnosed tuberculosis and impact of ART scale-up: Evidence from an HIV hyper-endemic rural South African population</i>	A TB recém-diagnosticada foi identificada em uma região caracterizada por alta prevalência de HIV e movimento populacional. A amostra de coorte consistiu em 41.812 indivíduos com 15 anos ou mais de idade, e consistiu em mulheres (n = 25.218) e homens (n=16.594) que responderam à pergunta sobre TB de 2009 a 2015.	A análise bivariada de preditores de risco individuais sugeriu que comunidades com maior prevalência de HIV estavam associadas a maior probabilidade de TB recentemente diagnosticada. Indivíduos residentes em comunidades com maior cobertura de TARV estavam associados a menor prevalência de HIV recentemente diagnosticada. Houve nove <i>clusters</i> espaço-temporais de alto risco de TB recentemente diagnosticada ( $p < 0,05$ ). Os quatro maiores aglomerados estavam em áreas sobrepostas no sudeste da área de estudo, uma comunidade urbana perto da rodovia nacional, três dos quais persistiram ao longo do período de estudos.
05	<i>Spatial analysis of HIV-TB co-clustering in Uganda</i>	A maior prevalência de HIV associada à TB mais recentemente diagnosticada foi a população com baixa renda, (aOR = 1,03, IC 95%: 1,01–1,04). Sendo assim, famílias com maior renda utilizam como fator de proteção (aOR = 0,67, IC 95%: 0,54–0,84).	As doenças de TB e HIV estão correlacionadas (55–76%), exibindo padrões de agrupamento espacial diferentes em Uganda. A prevalência de TB/HIV mostra focos consistentes em torno dos distritos do Lago Vitória, bem como no norte de Uganda. A correlação de Spearman mostrou que as duas doenças estavam relacionadas com o tempo. A correlação foi mais alta em 2015 (76%), baixa em 2016 (55%) e moderadamente alta (60%) em 2017. Ambas as doenças em relação ao Moran são positivas, e as taxas de TB observadas foram influenciadas pelas taxas de HIV na vizinhança e vice-versa.
06	<i>Mortality related to tuberculosis-HIV/AIDS co-infection in Brazil, 2000-2011: epidemiological patterns and time trends</i>	Os maiores coeficientes de mortalidade foram verificados no sexo masculino, grupos etários economicamente produtivos, raça/cor negra e residentes da região Sul.	Houve queda na tendência de mortalidade por idade em nível nacional (AAPC: -1,7%; IC95%: -2,4; -1,0). A mortalidade aumentou significativamente nas regiões Norte (AAPC: 5,7%; IC95%: 2,2; 9,4), Nordeste (AAPC: 5,4%; IC95%: 3,3; 7,6) e Central (AAPC: 3,5%; IC95%: 0,2; 6,9) regiões. Observa-se tendência decrescente na região Sudeste ao longo de todo o período (AAPC: -4,1%; IC95%: -2,4; -1,0), com queda no período 2000-2005 e estabilização no período 2005-2011. A região Sul apresentou tendência estável no período (AAPC: -0,5%; IC95%: -2,9; -1,9), com aumento de 2000 a 2004, e tendência de queda no período 2004-2011. A taxa de mortalidade específica por sexo apresentou uma tendência de queda significativa para o sexo masculino e uma tendência estável para o sexo feminino. Para a mortalidade por idade, observamos uma diminuição significativa nas faixas etárias de 20 a 29 anos e de 30 a 39 anos. As faixas etárias mais avançadas apresentaram tendências de aumento significativo das taxas de mortalidade: 50-59 anos, 60-69 anos e $\geq 70$ anos.

Continuação...

Continuação Quadro 3.

07	<i>Spatial distribution of the human development index, HIV infection and AIDS-Tuberculosis comorbidity: Brazil, 1982-2007</i>	Verifica-se uma maior incidência em pessoas nas faixas etárias dos 20 aos 49 anos, além da transmissão pelo uso de drogas injetáveis no Sul e no Sudeste.	A correlação espacial mostrou significância para a distribuição da incidência de HIV/AIDS ( $I = 0,22$ , $Z\text{-score} = 60,76$ ), da incidência de TB/AIDS ( $I = 0,19$ , $Z\text{-score} = 54,03$ ) e Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) ( $I = 0,78$ , $\text{escore } Z = 791,44$ ). Áreas com altas incidências foram especialmente as cidades litorâneas do Sul, Sudeste e Norte. A evolução temporal da incidência de TB/AIDS revelou o aumento acentuado da detecção de TB entre os casos notificados de HIV/AIDS, até 1992, principalmente na macrorregião Sudeste, que estabilizou entre 1992 e 1997, e declinou após 1998. O crescimento acentuado até 1992 foi explicado pelo tamanho populacional do Sudeste, que, por ser maior, produz mais notificações de casos. O declínio pode ser devido à infraestrutura e à organização dos serviços de diagnóstico.
08	<i>The contribution of spatial analysis to understanding HIV/TB mortality in children: a structural equation modelling approach</i>	Os diferenciais específicos da criança mostraram que os meninos tinham quase duas vezes mais chances de morrer, em comparação com as meninas. À medida que as crianças cresciam, havia um efeito protetor contra a morte. Para cada ano que a criança envelheceu, a probabilidade de morte diminuiu cerca de 50% [ $\text{logit} = -0,630$ (0,137); $\text{ORA} = 0,53$ ; 95% BCI 0,40–0,70]. Famílias chefiadas por homens tiveram um risco 60% menor de mortalidade infantil por HIV/TB, em comparação com famílias chefiadas por mulheres [ $\text{logit} = -0,895$ (0,30); $\text{AOR} = 0,41$ ; 95% BCI 0,23–0,74].	A coinfeção TB/HIV elevou-se de 1,4% em 2001 a 14,6% em 2016, com variação e tendência positiva de 1180% ( $p < 0,05$ ). A proporção média anual (PAM) de TB/HIV de coinfeção no intervalo 2001-2016 foi de 5,6% (IC 95% 3,5 a 7,9). A série temporal da taxa de incidência de TB/HIV revelou a ocorrência de oscilações nos coeficientes de coinfeção para residentes no estado de Alagoas e em sua regionalização administrativa. Houve crescimento desse indicador nas duas grandes macrorregiões sanitárias do estado e em seis das dez regiões de saúde. A incidência da coinfeção TB/HIV para o estado variou de 0,6/100 mil em 2001 a 4,1/100 mil em 2016, com taxa média de coinfeção de 2,0/100 mil (IC 95% 1,4 a 2,5). As maiores taxas de casos novos foram satisfatórias pela população masculina. No entanto, a estatística de MK apresentou tendência significativa e crescente em ambos os sexos. A taxa média anual para homens e mulheres foi de 3,0/100 mil e 1,4/100 mil.
09	Análise temporal dos casos de coinfeção Tuberculose-HIV na população de um estado do Nordeste do Brasil	A coinfeção TB/HIV aumentou em 27,51% no período analisado. A incidência da coinfeção TB/HIV aumentou quase 8% em mulheres, 5,4% a mais do que o encontrado para o sexo masculino. Houve significância nas faixas de 0-9 anos e 40-59 anos para a incidência de TB. Houve uma redução de 31% na faixa dos 0-9 anos, contrastando com os quase 11% de aumento em pessoas com 40-59 anos. Quanto ao desfecho, a proporção de cura para a coinfeção TB/HIV foi de 50,74%. Ao calcular-se a razão de chances, a coinfeção TB/HIV diminuiu em 58% a chance de cura. O abandono foi de 13,60% na coinfeção frente a 9,52% nos pacientes com TB.	As taxas de variação mostram uma redução de 20,19% no Sudeste, de 20,14%, no Nordeste, de 12,37%, no Norte, e de 7,80%, no Centro-Oeste. A região Sul apresentou evolução estável, com um crescimento expressivo nas regiões Norte e Nordeste, sendo que a incidência ficou acima de 150% nos 11 anos estudados. A região Sul não apresentou diferenças significativas nos dados, enquanto a região Centro-Oeste registrou um aumento de quase 47%. A região Sudeste, diferente das demais, reduziu em 25% as taxas de coinfeção TB/HIV.
10	Análise espacial da coinfeção TB/HIV: relação com níveis socioeconômicos em municípios do sudeste do Brasil	Ser chefes de família com até três anos de estudo, mulheres analfabetas, pessoas com renda de 2 a 3 salários mínimos, chefes de família analfabetos, pessoas analfabetas e chefes com 11 a 14 anos de instrução) revelaram associação com a incidência de TB/HIV.	O índice de Moran foi de 0,0635 ( $p = 0,00$ ), indicando dependência espacial. A variável de maior explicação da dependência espacial da incidência foi a porcentagem de chefes de família com até três anos de instrução. O LISA <i>cluster map</i> para os coeficientes de incidência de coinfeção TB/HIV evidenciou aglomerados de alta incidência na região Norte e baixa incidência na Sul e Oeste do município.

Fonte: próprio autor

prevenção e promoção da saúde da população. Essa tecnologia de coleta de dados auxilia na produção de informações geográficas e fornece elementos que demonstram territórios de risco para o desenvolvimento de determinados agravos à saúde, auxiliando os gestores e profissionais de saúde na construção de mapas temáticos que contribuem no planejamento de ações, monitoramento e na avaliação dos serviços de saúde<sup>20</sup>.

A incorporação do geoprocessamento dentro dos serviços de saúde é um fator que auxilia no desenvolvimento de indicadores de saúde, visto que, ao realizar os mapas por meio do geoprocessamento e da análise espacial, é possível identificar territórios com maior vulnerabilidade para o desenvolvimento da coinfeção TB/HIV e, assim, definir áreas prioritárias para o desenvolvimento de ações de saúde e intervir de forma eficaz e resolutiva no problema identificado, contribuindo para a eliminação da TB, bem como da coinfeção TB/HIV.

Salienta-se também que a incorporação de estudos envolvendo a temática contribui para o desenvolvimento de políticas públicas, bem como avaliar a eficácia dos serviços de saúde, pois é possível compreender o comportamento da doença dentro do território, ou seja, se a coinfeção

TB/HIV se encontra decrescente, crescente e ou estacionária. Fator esse que vem de encontro com a estratégia *End TB*, o qual menciona a importância da intensificação da pesquisa e inovação para se conseguir atingir um mundo livre da TB com zero morte, zero casos novos e zero sofrimento devido à TB<sup>3</sup>.

Assim, estudo que buscou descrever a distribuição espacial e temporal da coinfeção TB/HIV mostrou avanço no controle da coinfeção no período analisado, no entanto foram identificadas áreas e populações que se apresentam desigualmente afetadas pelo agravo<sup>16</sup>. É possível notar a importância do investimento em estudos, pois, ao visualizar áreas e populações mais afetadas pela coinfeção TB/HIV, torna-se mais precisa a intervenção em saúde e, conseqüentemente, melhores desfechos do tratamento e eliminação da TB.

Já a técnica de análise espacial permite mensurar aspectos geográficos e territoriais levando em consideração a localização espacial do fenômeno em estudo, ou seja, da doença. A utilização da análise espacial no Brasil começou a ser utilizada no âmbito da saúde pública no ano de 1980, decorrente da expansão dos territórios urbanos e adensamentos populacionais. Esses fatores provocam uma rápida disseminação das

doenças transmissíveis, especialmente aqueles cuja cadeia epidemiológica envolve a participação de reservatórios e vetores urbanos<sup>21</sup>.

Nesse contexto, na coinfeção TB/HIV, a técnica de análise espacial se adequa às necessidades, visto que, por meio do desenvolvimento dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG), com base na cartografia digital, é possível identificar os territórios ou áreas de risco e/ou proteção para a doença. O principal objetivo da SIG é representar, em ambiente computacional, os fenômenos geográficos que se pretende estudar, bem como a distribuição espacial das doenças pode ser mapeada e analisada, contribuindo, assim, para determinar a localização espacial das doenças e a análise gráfica dos indicadores epidemiológicos<sup>22</sup>.

As técnicas de análise espacial mensuram propriedades e relacionamentos, levando em conta a localização espacial do fenômeno em estudo de forma elevada, onde é composta por um conjunto de procedimentos encadeados cuja finalidade é a escolha de um modelo inferencial que considere explicitamente o relacionamento espacial presente no fenômeno<sup>6</sup>.

Dessa maneira, a análise espacial é muito utilizada na área da saúde, desvendando situações e auxiliando na resolução de problemas, bem como auxiliando na identificação da distribuição espacial da doença, casos, epidemias, pandemias em regiões específicas, a fonte do problema, entre outras coisas<sup>23</sup>.

Ademais, por meio das tecnologias de análise espacial, o enfermeiro poderá coletar as informações e implementar projetos de intervenções sanitárias, e construir mapas e discuti-los com os diversos atores envolvidos em seu território, tais como usuários, profissionais de saúde, gestores, estudantes, entre outros<sup>24</sup>. Assim, a tríade tempo/lugar/pessoas possibilita a correlação de variáveis sociais, econômicas e ambientais com a situação de saúde da população humana<sup>25</sup>.

Entre as técnicas de análises, evidencia-se que as principais utilizadas foram o Moran, modelagem espacial e varredura espacial. A técnica de análise espacial baseada no Índice de Moran é um coeficiente de medição estatística não espacial de correlação espacial adaptada para o contexto espacial. O Índice de Moran possui duas distintas formas

de análise: o Índice Global e o Índice Local. Portanto, o Índice de Moran Global (I) avalia a relação de interdependência espacial entre todos os polígonos da área de estudo, e a expressa por meio de um valor único para toda a região. O Índice de Moran Local (Ii) identifica a relação existente entre um determinado polígono e a sua vizinhança, a partir de uma distância predefinida, por intermédio da covariância existente entre eles, permitindo o exame da homogeneidade/diversidade dos dados<sup>26</sup>.

Um estudo desenvolvido na Etiópia evidenciou que pontos críticos de prevalência de TB entre PVHIV foram observados em distritos localizados nas regiões de Gambela, Afar, Somali e Oromiya, e os pontos frios foram observados em distritos localizados nas regiões de Amhara e Tigray<sup>11</sup>. Nesse contexto, é possível observar a importância da incorporação do Índice de Moran nos estudos, pois, ao aplicar a técnica, constatam-se os pontos prioritário para a intensificação das ações de saúde.

A modelagem espacial é usada em conjunto com um GIS para analisar adequadamente e apresentar visualmente os dados para melhor compreensão por leitores humanos. Sua natureza visual auxilia os pesquisadores a compreenderem, de uma

forma dinâmica, os dados e a formular conclusões numéricas e textuais, ou seja, a modelagem espacial irá formular hipóteses e/ou estimar relações dos agravos com o espaço geográfico<sup>21,27</sup>.

Nesse contexto, a modelagem espacial é capaz de simular objetos ou fenômenos espaciais que ocorrem no mundo real, e, assim, irá facilitar a articulações de soluções de problemas, bem como o planejamento de intervenções relacionado aos agravos associados à saúde da população<sup>25</sup>.

Utilizou-se a modelagem espacial para investigar os determinantes da mortalidade por HIV/TB e sua distribuição espacial entre crianças de 1 a 5 anos na África do Sul, evidenciando que o baixo nível socioeconômico e as mortes maternas tiveram um impacto na mortalidade infantil. Esses fatores devem ser usados na formulação de intervenções para reduzir a mortalidade infantil, bem como os mapas de previsão espacial podem orientar na formulação de políticas públicas para direcionar as ações de saúde<sup>15</sup>.

A varredura espacial é uma técnica que confirma estatística dos agrupamentos, os quais correspondem a um conjunto de áreas que apresentam um risco significativamente alto em relação a um determinado evento,<sup>26</sup> ou seja, por meio da aplicação dessa técnica,

é possível identificar aglomerados espaciais com maior risco para o desenvolvimento do agravo.

Ademais, a varredura é utilizada para a confirmação estatística dos aglomerados espaciais, ou seja, dos clusters espaciais, os quais correspondem a um conjunto de áreas que apresentam uma maior vulnerabilidade para o desenvolvimento de determinado evento. Salienta-se que a utilização dessa técnica auxilia na identificação de áreas prioritárias para o controle da doença<sup>28</sup>.

Estudiosos desenvolveram na África do Sul um estudo com varredura espacial que constatou aglomerados espaciais de TB recém-diagnosticados em uma região caracterizadas, por possuir uma alta prevalência de HIV e movimento populacional<sup>13</sup>. Outra pesquisa que utilizou a técnica identificou que os clusters espaciais com maior densidade de incidência de TB podem oportunizar aos gestores o desenvolvimento de programas de saúde pública e o desenvolvimento de ações de saúde e intervenção nesses locais com maior incidência de TB, bem como o desenvolvimento de controle e eliminação da TB<sup>29</sup>.

Quanto às limitações deste estudo, destaca-se a utilização apenas de descritores controlado, visto que, embora tenha se

tentado o desenvolvimento de uma estratégia de busca abrangente, alguns estudos relevantes podem ter sido perdidos. Outra limitação é que não foi explorada a literatura cinzenta, além da exclusão de artigo não disponíveis gratuitamente.

Nesse sentido, os estudos que utilizam técnicas de análise espacial contribuem diretamente com a saúde da população e auxiliam os profissionais de saúde, gestores para a incorporação de políticas públicas em territórios com maior vulnerabilidade social e, assim, implicam diretamente o comportamento da doença dentro do território<sup>24</sup>. Também é possível evidenciar a necessidade de políticas direcionadas para melhorar o acesso aos cuidados de saúde e maior investimento em infraestrutura, saneamento e educação em saúde direcionadas para questões ambientais e redução da desigualdade, já que o maior número de coinfeções ocorre em áreas menos favorecidas.

## CONCLUSÃO

---

Esta revisão de literatura descreveu as evidências científicas referentes às técnicas de geoprocessamento e análise espacial relacionadas à coinfeção de TB TB/HIV, evidenciando que Moran, varredura espacial e

modelagem espacial são as técnicas com maiores menções nos estudos a nível nacional como internacional.

Portanto, entende-se que as técnicas de geoprocessamento e análise espacial são de extrema importância para o diagnóstico e identificação de áreas de risco, auxiliando no

melhor atendimento e intervenção em agravos à saúde e de grande relevância para os serviços de saúde pública. Assim, a utilização de técnicas de análises espaciais contribui para avanços tecnológicos, desenvolvimento de pesquisas e maior conhecimento da área estudada.

## REFERÊNCIAS

---

1. Rahlwes KC, Dias BRS, Campos PC, Alvarez-Arguedas S, Shiloh MU. Pathogenicity and virulence of *Mycobacterium tuberculosis*. *Virulence*. 2023;14(1):2150449. doi: 10.1080/21505594.2022.2150449.
2. Ministério da Saúde (BR). Boletim Epidemiológico, 2023 [Internet]. 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/>.
3. Ministério da Saúde (BR). Manual de Recomendações para o Controle da Tuberculose no Brasil [Internet]. Brasília: Ministério da Saúde, 2019. 364. Disponível em: [https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual\\_recomendacoes\\_controle\\_tuberculose\\_brasil\\_2\\_ed.pdf](https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_recomendacoes_controle_tuberculose_brasil_2_ed.pdf).
4. Macedo LR, Maciel ELN, Struchiner CJ. Populações vulneráveis e o desfecho dos casos de tuberculose no Brasil. *Ciênc saúde coletiva* [Internet]. 2021Oct;26(10):4749–59. doi.org/10.1590/1413-812320212610.24132020
5. Dissenha E, Pavanelli MF. Incidência de tuberculose e fatores associados no centro-oeste paranaense. *Rev Epidemiol Control Infect*. 2020;10(1). doi:10.17058/jaic.v1i1.13468.
6. Rosa, Priscila Braga et al. Distribuição espacial e incidência de casos de HIV/aids em Santa Cruz do Sul, Rio Grande do Sul, 2001 a 2020. *Epidemiol Serv Saude*. 2022; 31(3):e2022323. doi.org/10.1590/S2237-96222022000300020.
7. Pereira AGL, Escosteguy CC, Valencia LIO, Magalhães M de AFM, Medronho R de A. Análise espacial de casos de tuberculose e associação com fatores socioeconômicos: uma experiência no município do Rio de Janeiro. *Cad saúde colet*. 2018; 26(2):203–10. doi.org/10.1590/1414-462X201800020013.
8. Ministério da Saúde (BR). Secretaria de Ciência, Tecnologia, Inovação e Insumos Estratégicos em Saúde. Diretriz metodológica: síntese de evidências para políticas. Brasília: Ministério da Saúde, 2020. 70 p. Disponível em: [https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/diretriz\\_sintese\\_evidencias\\_politicas.pdf](https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/diretriz_sintese_evidencias_politicas.pdf)
9. Mendes KDS, Silveira RC de CP, Galvão CM. Revisão integrativa: método de pesquisa para a incorporação de evidências na saúde e na enfermagem. *Texto contexto - enferm* [Internet]. 2008Oct;17(4):758–64. doi.org/10.1590/S0104-07072008000400018
10. Liberati A, Altman DG, Tetzlaff J, Mulrow C, Gøtzsche PC, Ioannidis JP, et al. The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration. *PLoS Med*. 2009 Jul 21;6(7):e1000100. doi: 10.1371/journal.pmed.1000100.
11. Alene KA, Viney K, Moore HC, Wagaw M, Clements ACA. Spatial patterns of tuberculosis and HIV co-infection in Ethiopia. *PLoS One*. 2019;14(12):e0226127. doi: 10.1371/journal.pone.0226127.
12. Wolf A, Padayatchi N, Naidoo K, Master I, Mathema B, O'Donnell MR. Spatiotemporal Clustering of Multidrug-Resistant and Extensively Drug-Resistant Tuberculosis Is Associated With Human Immunodeficiency Virus Status and Drug-Susceptibility Patterns in KwaZulu-Natal, South Africa. *Clin Infect Dis*. 2020;70(10):2224-2227. doi: 10.1093/cid/ciz913. PMID: 31538648.



13. Tomita A, Smith CM, Lessells RJ, Pym A, Grant AD, de Oliveira T, et al. Space-time clustering of recently-diagnosed tuberculosis and impact of ART scale-up: Evidence from an HIV hyper-endemic rural South African population. *Sci Rep.* 2019;9(1):10724. doi: 10.1038/s41598-019-46455-7. PMID: 31341191; PMCID: PMC6656755.
14. Aturinde A, Farnaghi M, Pilesjö P, Mansourian A. Spatial analysis of HIV-TB co-clustering in Uganda. *BMC Infect Dis.* 2019;19(1):612. doi: 10.1186/s12879-019-4246-2.
15. Musenge E, Vounatsou P, Collinson M, Tollman S, Kahn K. The contribution of spatial analysis to understanding HIV/TB mortality in children: a structural equation modelling approach. *Glob Health Action.* 2013 Jan 24;6:19266. doi: 10.3402/gha.v6i0.19266.
16. Cavalin RF, Pellini ACG, Lemos RRG, Sato APS. TB-HIV co-infection: spatial and temporal distribution in the largest Brazilian metropolis. *Rev Saude Publica.* 2020;54:e112. doi: 10.11606/s1518-8787.2020054002108.
17. Lima MD, Martins-Melo FR, Heukelbach J, Alencar CH, Boigny RN, Ramos AN. Mortality related to tuberculosis-HIV/AIDS co-infection in Brazil, 2000-2011: epidemiological patterns and time trends. *Cad Saude Publica.* 2016;32(10):e00026715. doi: 10.1590/0102-311X00026715.
18. Rodrigues-Júnior AL, Ruffino-Netto A, de Castilho EA. Spatial distribution of the human development index, HIV infection and AIDS-Tuberculosis comorbidity: Brazil, 1982-2007. *Rev Bras Epidemiol.* 2014;17 Suppl 2:204-15. doi: 10.1590/1809-4503201400060017.
19. Gaspar RS, Nunes N, Nunes M, Rodrigues VP. Análise temporal dos casos notificados de tuberculose e de coinfeção tuberculoseHIV na população brasileira no período entre 2002 e 2012. *J bras pneumol.* 2016;42(6):416-22. doi.org/10.1590/S1806-37562016000000054
20. Nardi SMT, Paschoal JAA, Pedro HSP, Paschoal VDA, Sichieri EP. Geoprocessamento em Saúde Pública: fundamentos e aplicações. *Rev Inst Adolfo Lutz.* São Paulo, 2013; 72(3):185-91. <https://periodicos.saude.sp.gov.br/RIAL/article/view/32916>.
21. Ministério da Saúde (BR). Introdução à Estatística Espacial para a Saúde Pública. Brasília: Ministério da Saúde, 2007. 120 p. Disponível em: [http://www.escoladesaude.pr.gov.br/arquivos/File/TEXTOS\\_CURSO\\_VIGILANCIA/capacitacao\\_e\\_atualizacao\\_em\\_geoprocessamento\\_em\\_saude\\_3.pdf](http://www.escoladesaude.pr.gov.br/arquivos/File/TEXTOS_CURSO_VIGILANCIA/capacitacao_e_atualizacao_em_geoprocessamento_em_saude_3.pdf)
22. Pinto MMPS, Sá LR, Soares RAS, Medeiros AT, Nogueira JA, Moraes RM. Análise comparativa de métodos de aglomeração espacial para estudos epidemiológicos. *Espaço & Geografia.* 2019;22(1), 683-706.
23. Gonçalves E. O padrão espacial da atividade inovadora Brasileira: uma análise exploratória. *Estud Econ [Internet].* 2007Apr;37(2):405-33. doi.org/10.1590/S0101-41612007000200007
24. Arcêncio RA. Tecnologias em saúde para análise espacial e diagnóstico situacional dos territórios: contribuições para a enfermagem. *Rev Bras Enferm [Internet].* 2015Nov;68(6):999-1000. doi.org/10.1590/0034-7167.2015680601i
25. Guimarães RB. Geografia e saúde coletiva no Brasil. *Saude soc.* 2016;25(4):869-79. doi.org/10.1590/S0104-12902016167769
26. Luzardo AJR, Castañeda Filho RM, Rubim IB. Análise espacial exploratória com o emprego do Índice de Moran. *GEOgraphia.* 2017;19(40):161-79.
27. Sanches PMA, Campos JADB. Geoprocessamento como ferramenta de saúde no Brasil. *Revista Uningá.* 2010; 26(1).
28. Souza ECO, Santos ES, Rosa AM, Botelho C. Varredura espaço-temporal para identificação de áreas de risco para hospitalização de crianças por asma em Mato Grosso. *Rev bras epidemiol.* 2019;22:e190019. doi.org/10.1590/1980-549720190019
29. Wolf A, Padayatchi N, Naidoo K, Master I, Mathema B, O'Donnell MR. Spatiotemporal Clustering of Multidrug-Resistant and Extensively Drug-Resistant Tuberculosis Is Associated With Human Immunodeficiency Virus Status and Drug-Susceptibility Patterns in KwaZulu-Natal, South Africa. *Clin Infect Dis.* 2020;70(10):2224-2227. doi: 10.1093/cid/ciz913. PMID: 31538648.

**Recebido:** 06/2022

**Aceito:** 04/2023

---

**Autor(a) correspondente:**

Alessandro Rolim Scholze. Rodovia BR-369 54, Vila Maria, Bandeirantes, Paraná, Brasil CEP 86360-000  
E-mail: scholze@uenp.edu.br