saúde
EM DEBATE

ARTIGO ORIGINAL

Tecnologias espaciais para identificação de áreas críticas da coinfecção TB-HIV: aplicação do Getis-Ord Gi*

*Spatial technologies for identifying critical areas of TB-HIV coinfection: Application of Getis-Ord Gi**

Josilene Dália Alves[1], Daniely Kunrath[1], Nathan da Silva Barros[1], Gabriela Valéria Santana Rodrigues[1], José Santos de Oliveira Júnior[1], Alessandro Rolim Scholze[2], André da Silva Abade[3]

DOI: 10.1590/2358-28982025E19747P

RESUMO Este trabalho objetivou avaliar o padrão espacial e identificar municípios com maior vulnerabilidade para ocorrência da coinfecção tuberculose e Vírus da Imunodeficiência Humana no estado de Mato Grosso. Trata-se de um estudo ecológico dos casos notificados de coinfecção no período de 2012 a 2021 no estado. Os dados foram coletados pelo Sistema de Informação de Agravos de Notificação, posteriormente realizadas a análise descritiva dos dados sociodemográficos e clínicos e a distribuição espacial da incidência obtida para análise Getis-Ord Gi*. Foram notificados 1.407 casos de coinfecção, sendo a maioria homens, de cor parda, com idade entre 20 e 39 anos, e de baixa escolaridade. A análise espacial identificou municípios de maior associação à ocorrência da doença e seus indicadores, como Cuiabá, com incidência de 10,93 casos por 100 mil habitantes. Foi identificada a presença de hot spots que indicam territórios emergentes para coinfecção, com teste de confiabilidade entre 90% e 99%. Os achados neste trabalho podem colaborar como um alerta para identificação de populações mais vulneráveis e áreas de risco, além de subsidiar a implementação de políticas públicas de visem estratégias para o controle da coinfecção no estado de Mato Grosso.

PALAVRAS-CHAVE Epidemiologia. Análise por conglomerados. Mycobacterium tuberculosis. HIV.

ABSTRACT *This work aims to evaluate the spatial pattern and identify municipalities with greater vulnerability to the occurrence of tuberculosis and human immunodeficiency virus coinfection in the state of Mato Grosso, Brazil. This is an ecological study of reported cases of coinfection from 2012 to 2021 in the state. The data were collected by the Notifiable Diseases Information System, subsequently carrying out a descriptive analysis of the sociodemographic and clinical data, and the spatial distribution of the incidence obtained for Getis-Ord Gi* analysis. 1,407 cases of coinfection were reported, the majority of which were men, mixed race, aged between 20 and 39 years old, and with low education. The spatial analysis identified municipalities with a higher association with the occurrence of the disease and its indicators, such as Cuiabá, which had an incidence of 10.93 cases per 100,000 inhabitants. The presence of hot spots indicating emerging territories for coinfection was identified, with reliability testing between 90% and 99%. The findings in this work can serve as an alert to identify the most vulnerable populations and areas at risk, in addition to supporting the implementation of public policies aimed at strategies for controlling coinfection in the state of Mato Grosso.*

KEYWORDS *Epidemiology. Cluster analysis. Mycobacterium tuberculosis. HIV.*

[1] Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT) – Barra do Garças (MT), Brasil.
josilene.alves@ufmt.br

[2] Universidade Estadual do Norte do Paraná (Uenp) – Jacarezinho (PR), Brasil.

[3] Instituto Federal de Mato Grosso (IFMT) – Barra do Garças (MT), Brasil.

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições, desde que o trabalho original seja corretamente citado.

Introdução

A tuberculose (TB) é uma doença causada pelo *Mycobacterium tuberculosis*. Mesmo sendo evitável e curável, a TB foi a segunda principal causa de morte em todo mundo e a principal causa de morte entre pessoas que vivem com o Vírus da Imunodeficiência Humana (HIV)[1]. Em 2023, cerca de 10,8 milhões de pessoas adoeceram com TB, sendo registrados 1,09 milhão de óbitos, incluindo 161.000 mil óbitos em Pessoas Vivendo com HIV/Aids (PVHA)[2].

A coinfecção entre a TB e o HIV representa um desafio significativo para a saúde pública, uma vez que essas doenças têm uma interação de alta complexidade e podem agravar mutuamente a progressão e a gravidade de ambas. A TB pode causar a elevação da carga viral e a redução dos linfócitos TCD4+ em PVHA, enquanto o HIV pode modificar a patogênese da TB, assim, gerando baciloscopias negativas, dificultando ainda mais seu diagnóstico[3].

A coinfecção TB-HIV é um problema de saúde pública que acarreta uma elevação dos custos na saúde devido ao grande número de novos diagnósticos. A Organização Mundial da Saúde (OMS) estabeleceu marcos intermediários para redução do número de óbitos em 35%, 75% e 90%, e do coeficiente de incidência em 20%, 50% e 80% para os anos de 2020, 2025 e 2030[4].

O Brasil pertence aos países prioritários com alta carga de coinfecção TB-HIV que foram incluídos em uma lista global. Nesse sentido, para que o País alcance as metas propostas pela OMS na estratégia End TB, é imprescindível o investimento em ações que sejam voltadas para populações que apresentem maior vulnerabilidade, como é o caso de PVHA[5].

Entre os desafios a serem vencidos, há ainda as questões relacionadas com o território, as quais dificultam o acesso aos serviços de saúde e ao diagnóstico oportuno tanto da TB quanto do HIV[6]. Compreender os contextos locais e as regiões emergentes pode fomentar o desenvolvimento de atividades colaborativas dos serviços de TB e HIV para redução de ambos os agravos[7].

Nesse contexto, considerando a importância epidemiológica dos territórios na coinfecção TB-HIV, ainda são escassos estudos que utilizam tecnologias espaciais para compreensão da dinâmica dessa coinfecção, principalmente no estado de Mato Grosso, na região Centro-Oeste. Estudos que já foram realizados no estado com esta abordagem incluíram apenas a capital Cuiabá e ainda não envolveram casos de TB-HIV, cuja compreensão é essencial para que as metas de eliminação da TB sejam alcançadas[8,9]. Assim, a realização de estudos que comtemplem todo o estado, considerando os municípios do interior, podem fornecer evidências valiosas para o enfrentamento da TB em Mato Grosso, principalmente no que se refere à coinfecção TB-HIV.

Assim, o presente estudo teve como objetivo avaliar o padrão espacial e identificar municípios com maior vulnerabilidade para ocorrência da coinfecção TB-HIV no estado de Mato Grosso.

Material e métodos

Trata-se de um estudo ecológico realizado com os casos notificados de TB com coinfecção de HIV no estado de Mato Grosso. O estado se localiza na região Centro-Oeste, sendo composto por 141 municípios, tendo uma extensão de 903.208,361 km^2 e uma população de 3.658.813 pessoas[10]. Nesse contexto, foram incluídos na pesquisa: os casos registrados no período de 2012 a 2021.

Os dados foram coletados por meio da plataforma de Sistema de Informação de Agravos de Notificação (Sinan), bem como no Repositório de dados dos Sistemas de Informação da Secretária de Estado de Saúde de Mato Grosso (DwWeb/SES-MT). As informações sobre a população foram obtidas do Censo demográfico de 2022, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)[10]. Os dados foram separados em dois grupos e tabulados em planilhas

eletrônicas Microsoft Excel® para melhor visualização, sendo o primeiro grupo composto pelas variáveis sociodemográficas (sexo, idade, raça/cor e escolaridade), e o segundo, pelas características clínicas (baciloscopia de escarro, forma, teste tuberculínico, cultura de escarro, histopatológico, forma de entrada e evolução do caso). A malha geográfica com os munícipios do estado de Mato Grosso foi obtida por meio do IBGE[11].

Os dados foram tabulados, e foi realizada estatística descritiva com apresentação dos resultados por meio de frequências absolutas e relativas. O cálculo de incidência dos casos de TB-HIV durante o período de estudo para os 141 municípios foi obtido empregando-se a seguinte fórmula:

$$\text{Incidência TB - HIV } \frac{\text{Nº de casos no período do estudo}}{\text{Nº da população de cada município}} \text{ X 100.000/10}$$

As taxas de incidência por ano foram expressas por meio de um gráfico que incluiu todo o período do estudo.

Após a realização dos cálculos de incidência, foram criados ainda mapas temáticos com a distribuição espacial das taxas obtidas para cada um dos municípios de Mato Grosso, nos quais as cores mais quentes representam as áreas mais críticas em relação a TB-HIV.

A tecnologia espacial denominada Getis-Ord Gi*[12] foi empregada para verificar a associação espacial da incidência. Essa técnica fornece detalhadamente os padrões espaciais, por meio da identificação de aglomerados, e analisa a associação espacial localmente, com base em um indicador de concentração espacial e uma matriz de vizinhança para cada localidade (cada município). O Getis-Ord Gi* é dado pela seguinte fórmula[12]:

$$G_i^* = \frac{\sum_{j=1}^{n} w_{i,j} x_j - \overline{X} \sum_{j=1}^{n} w_{i,j}}{S \sqrt{\frac{\left[n \sum_{j=1}^{n} w_{i,j}^2 - \left(\sum_{j=1}^{n} w_{i,j} \right)^2 \right]}{n-1}}}$$

Em que: *Gi** é a estatística de autocorrelação espacial de um evento *i* sobre *n* eventos (número total de componentes); *xj* caracteriza a magnitude da variável *x* nos eventos *j* sobre todo *n*; e *w* é o peso espacial entre os componentes *i* e *j*. A inferência sobre a significância de *Gi** baseia-se em uma distribuição padronizada[12].

Onde: é a média, e S, a variância:

$$\overline{X} = \frac{\sum_{j=1}^{n} x_j}{n}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{n} x_j^2}{n} - \left(\overline{X}\right)^2}$$

A interpretação dessa estatística é realizada com base no sinal de Z (*z-score*) e valores do nível de significância (α). Um valor positivo de Z com evidência estatística indica um agrupamento espacial de maior ocorrência do evento (*hot spot*), enquanto um valor negativo e a evidência estatística de Z indicam um agrupamento de menor ocorrência do evento (*cold spot*). Foram adotados níveis de confiança de 90%, 95% e 99%[12]. Para a aplicação da estatística espacial Getis-Ord Gi*, foi utilizada uma matriz de vizinhança baseada em distância fixa com raio de 120 km entre os centroides dos municípios, de modo a captar as interações regionais mais relevantes entre os territórios de Mato Grosso. O uso da matriz de distância fixa permite captar padrões de agrupamento considerando a dispersão espacial dos casos mesmo em áreas menos densamente povoadas. Para todas as análises espaciais e elaboração dos mapas, a matriz foi construída no ambiente utilizando-se o *software* ArcGIS® versão 10.6, com padronização por ponderação do número de vizinhos, garantindo comparabilidade entre áreas com diferentes densidades de vizinhança[13].

O presente estudo possui aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT (CAAE:

32128820.3.0000.5587 e Parecer nº 4.062.429), de acordo com as Diretrizes e Normas Regulamentadoras de Pesquisa em Seres Humanos[14,15].

Resultados

No período de 2012 a 2021, houve 1.407 casos confirmados de coinfecção de TB-HIV no estado de Mato Grosso. A partir das avaliações de coinfecção, pode-se observar que o sexo masculino (n = 1.018; 72,35%), com faixa etária entre 20 e 39 anos (n = 711; 50,53%), de raça/cor parda (n = 887; 63,04%) e com ensino fundamental incompleto (n = 507; 36,03%) foi o perfil epidemiológico que predominou (*tabela 1*).

Tabela 1. Perfil sociodemográfico. Mato Grosso, Brasil (2012 a 2021)

Variáveis	n	%
Sexo		
Masculino	1.018	72,35
Feminino	388	27,58
Ignorado	1	0,07
Raça/cor		
Parda	887	63,04
Branca	256	18,19
Preta	205	14,57
Indígena	10	0,71
Amarela	7	0,50
Em branco/ignorada	42	2,99
Idade		
0 a 19 anos	42	2,99
20 a 39 anos	711	50,53
40 a 59 anos	571	40,58
60 +	83	5,90
Escolaridade		
Em Branco/ignorada	348	24,73
Ensino fundamental incompleto	507	36,03
Sem escolaridade	46	3,28
Educação superior completa	48	3,41
Educação superior incompleta	31	2,20
Ensino fundamental completo	109	7,75
Ensino médio completo	190	13,50
Ensino médio incompleto	106	7,53
Não se aplica	22	1,57

Fonte: elaborada pelos próprios autores a partir de dados do Sinan (2012-2021).

Com relação à clínica, a forma pulmonar atingiu o maior número de casos (n = 1.086; 77,19%), sendo em sua maioria casos novos (n = 1.046; 74,34%). No que concerne aos exames diagnósticos, a baciloscopia de escarro (n = 968; 68,80%), a cultura de escarro (n = 1.191; 84,65%) e o histopatológico (n = 1.170; 83,16%), em sua maioria, não foram realizados. Já no que tange ao teste tuberculínico, a maior parte dos casos estava em branco (n = 1.094; 77,75%). No que diz respeito à situação de encerramento dos casos, 37,95% evoluíram para cura (*tabela 2*).

Tabela 2. Características clínicas. Mato Grosso, Brasil (2012 a 2021)

Variáveis	n	%
Forma clínica		
Pulmonar	1.086	77,19
Extrapulmonar	247	17,55
Pulmonar + extrapulmonar	74	5,26
Baciloscopia de escarro		
Não	968	68,80
Sim	439	31,20
Cultura de escarro		
Não realizado	1.191	84,65
Negativa	100	7,11
Positiva	91	6,47
Em andamento	25	1,78
Histopatológico		
Não realizado	1.170	83,16
Baar positivo	95	6,75
Em andamento	56	3,98
Sugestivo de TB	49	3,48
Em branco	28	1,99
Não sugestivo TB	9	0,64
Teste tuberculínico		
Em branco	1.094	77,75
Não realizado	223	15,85
Reator forte	46	3,27
Não reator	36	2,56
Reator fraco	8	0,57
Tipo de entrada		
Caso novo	1.046	74,34
Transferência	157	11,16
Reingresso após abandono	108	7,68
Recidiva	78	5,54
Não sabe	11	0,78
Óbito	7	0,50

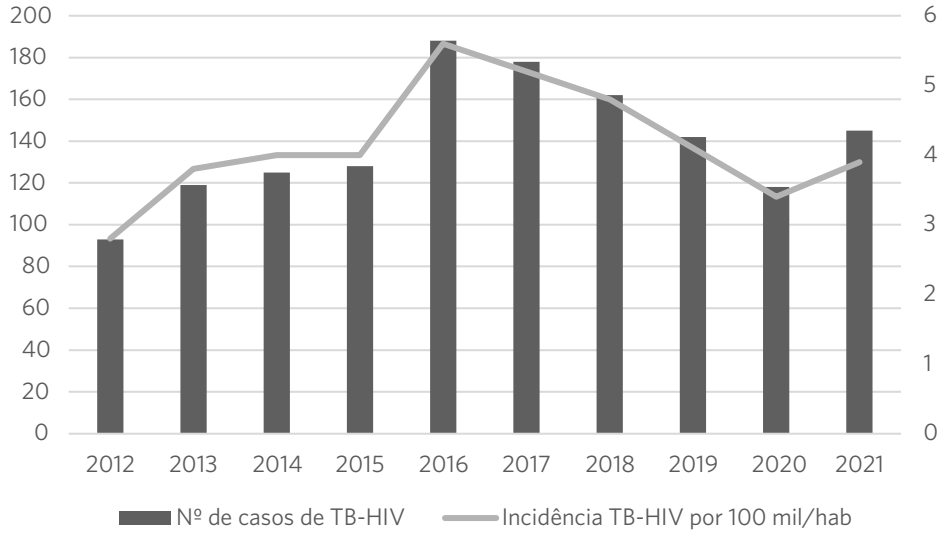
Tabela 2. Características clínicas. Mato Grosso, Brasil (2012 a 2021)

Variáveis	n	%
Evolução do caso		
Cura	534	37,95
Transferência	251	17,84
Óbito por outras causas	220	15,64
Abandono	207	14,71
Óbito por TB	53	3,77
Mudança de diagnóstico	53	3,77
Abandono primário	40	2,84
Em branco	40	2,84
TB multirresistente	5	0,36
Mudança de esquema	3	0,21
Falência	1	0,07

Fonte: elaborada pelos próprios autores a partir de dados do Sinan (2012-2021).

A incidência estadual de TB-HIV no período 2012-2021 apresentou média de 5,6 casos/100 mil habitantes, com variação temporal marcante. Observou-se um triênio epidêmico (2016-2018) com picos anuais de, respectivamente, 7,1, 6,9 e 6,5 casos/100 mil, valores superiores à média do período investigado (*gráfico 1*).

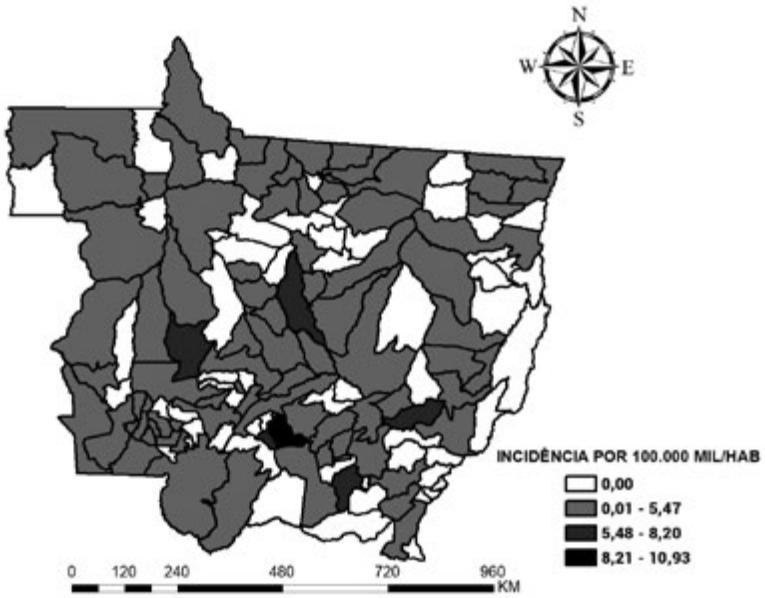
Gráfico 1. Números de casos notificados de coinfecção TB-HIV e taxa de incidência por 100 mil habitantes no período de uma década no estado de Mato Grosso, Brasil (2012 a 2021)



Fonte: elaboração própria.

A distribuição geográfica revelou *clusters* de alta incidência no eixo Cuiabá-Várzea Grande (10,93 e 8,20 casos/100 mil respectivamente), com gradiente decrescente em direção ao interior (*figura 1*). Rondonópolis (7,15/100 mil) e Sorriso (6,88/100 mil) emergiram como *hot spots* secundários, configurando um padrão de dispersão radial a partir da capital.

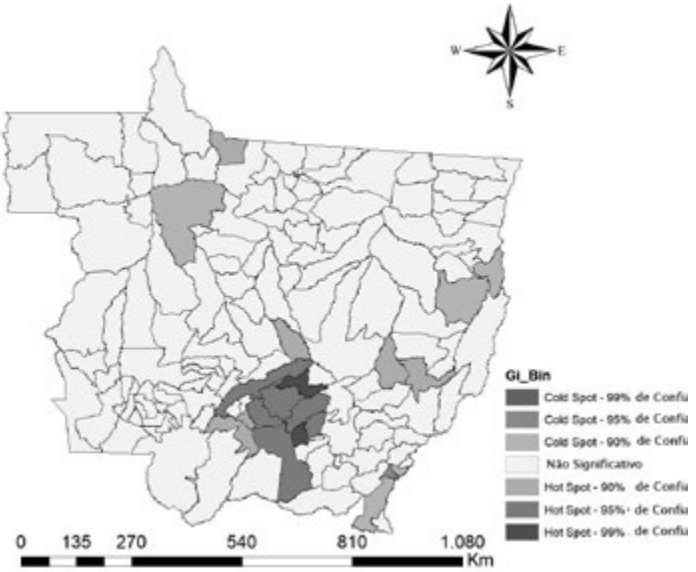
Figura 1. Distribuição espacial das taxas de incidência da coinfecção TB-HIV no estado de Mato Grosso, Brasil (2012-2021)



Fonte: elaboração própria.

A análise espacial (Getis-Ord Gi*) identificou *hot spots* estatisticamente significativos (z-score > 2,58; p < 0,01), incluindo os municípios de Cuiabá, Nova Brasilândia, Jaciara, Rosario do Oeste, Chapada dos Guimaraes, Campo Verde, Santo Antônio do Leverger e Dom Aquino, com nível de confidência entre 90% e 99% (*figura 2*). Adicionalmente, *cold spots* (z-score < -1,96; p < 0,05) foram detectados em regiões de baixa densidade populacional, como Araguainha, Juara, Novo Santo Antônio, Ribeirão Cascalheira e Alto Araguaia, com nível de confidência entre 90% e 99% (*figura 2*).

Figura 2. Análise Getis Ordis* de áreas com associação espacial para coinfecção TB-HIV no estado de Mato Grosso, Brasil (2012 a 2021)



Fonte: elaboração própria.

Discussão

Este estudo teve por objetivo investigar o padrão espacial e as áreas críticas para coinfecção TB-HIV. Os resultados mostraram que existem áreas emergentes no estado que carecem de intervenção prioritária no que se refere a ações estratégicas de enfrentamento da TB, principalmente entre as PVHA.

O estado do Mato Grosso está entre aqueles com maior percentual de realização da Terapia Antiretroviral (Tarv), o que, consequentemente, tem impacto no total de casos de coinfecção de TB-HIV no estado. No decorrer dos anos estudados, observaram-se quedas dos casos notificados em alguns anos. Isso pode estar relacionado com as mudanças das estratégias de controle da TB, na Atenção Primária à Saúde (APS), proporcionando uma redução no período de consultas e facilitando os tratamentos, tornando mais acessível o diagnóstico e a terapia para essas populações mais atingidas, gerando um aumento da cobertura populacional[16,17].

Dessa forma, as atividades da APS, como a disponibilização de testes rápidos para HIV, os agendamentos de consultas com especialistas pela equipe médica e o atendimento às demandas espontâneas, desempenham um papel crucial na melhoria da detecção da coinfecção TB-HIV. Essas ações estão intrinsecamente ligadas ao aumento da sensibilidade do sistema de vigilância, possibilitando a identificação ativa de casos de TB na população geral. Além disso, permitem a disponibilização de exames de cultura para *Mycobacterium*. Sendo assim, esse cenário ilustra como a detecção associada à notificação pode impulsionar estratégias destinadas a ampliar a cobertura de saúde para a população[18].

Conforme os resultados sociodemográficos, a população mais impactada foi do sexo masculino. Isso se deve, de acordo com estudos recentes, a uma combinação de fatores. Entre eles, estão os comportamentais, como um maior nível de exposição ao patógeno, fatores relacionados com resposta imunológica e predisposição genética, uma vez que a construção da masculinidade na sociedade desencoraja o autocuidado, passando assim a dificultar a adesão ao tratamento[19,20].

No que diz respeito à raça/cor, a mais predominante pela coinfecção foi a cor parda, o que é

observável também em outros estudos realizados no Brasil, que mostram maior prevalência de coinfecção nesse grupo[21]. Isso ocorre possivelmente pelas características majoritárias que compõem a população brasileira[22].

A faixa etária mais presente está entre jovens adultos de 20 a 39 anos, isso pode estar correlacionado por serem um grupo economicamente ativo, pois pessoas nessa faixa etária estão no auge de sua capacidade de trabalho e produtividade. Entretanto, essa concentração também pode estar relacionada a uma maior exposição a fatores de risco, tanto em termos de saúde como no que diz respeito a aspectos socioeconômicos[23,24].

No que concerne à escolaridade, a maioria dos dados estava em branco ou ignorado, seguidos por ensino fundamental incompleto. O nível de educação tem um impacto direto no autocuidado em relação à saúde, visto que pode tornar uma pessoa mais suscetível a adotar comportamentos de risco e, ao mesmo tempo, diminuir sua capacidade de compreender plenamente sua condição de saúde. Ainda, consequentemente, diminui a busca pelos serviços de saúde, dificultando assim um diagnóstico precoce e sucesso no tratamento TB-HIV[25,26].

É importante ressaltar que a vulnerabilidade social é um dos fatores que contribuem para baixa escolaridade, o que, por sua vez, aumenta o risco tanto da infecção por TB como por HIV. As políticas que têm como objetivo melhorar o nível educacional tendem a ter um impacto significativo na saúde da população, reduzindo assim o risco de complicações decorrentes dessas doenças[27].

Quanto às características clínicas expostas neste trabalho, a forma que mais tem prevalência é a pulmonar, o que pode ser explicado pela afinidade natural do patógeno pelo parênquima pulmonar. Sendo assim, os problemas respiratórios estão entre as complicações mais frequentes em PVHA, pois o vírus enfraquece o sistema imunológico e torna organismo mais suscetível a infecções oportunistas, sendo as principais causas de internações nesse segmento populacional. Portanto, destaca-se a importância do controle da coinfecção e do tratamento adequado[28]. Além disso, alguns estudos indicam que a forma extrapulmonar da TB é mais comum em casos de coinfecção, destacando a fragilidade do sistema imunológico e a facilidade que o bacilo da TB tem se espalhar pelo corpo por meio da corrente sanguínea[29].

Apesar da disponibilidade de exames mais precisos no mercado para diagnosticar a TB, a baciloscopia ainda é considerada um recurso valioso devido à sua simplicidade e custo relativamente baixo. No entanto, nesta pesquisa, observou-se que houve uma quantidade significativa de casos em que o exame não foi realizado, o que condiz com outros estudos realizados em outras regiões[30,31].

Notou-se que, ao longo de todos os anos analisados, o desfecho clínico mais comum foi de cura dos pacientes. Isso sugere que o tratamento e o acompanhamento dos indivíduos acometidos estão sendo realizados, mesmo diante de desafios presentes no contexto dos serviços de saúde[32].

Estudos mostram que a taxa de cura de TB com coinfecção HIV ocorre, no máximo, em 50% dos casos, por estar relacionada com a imunodeficiência causada pelo vírus nesses pacientes, devido ao tempo de diagnóstico e ao início ao tratamento. Apesar de os tratamentos serem disponibilizados de forma gratuita pelo Sistema Único de Saúde, ainda é possível perceber dificuldades com a dispensa das medicações e o seguimento com o tratamento, pois a longa duração e os efeitos colaterais favorecem a falta de adesão[33].

Reconhecer os cenários que precisam de intervenção de modo mais urgente pode ser a chave para acelerar as ações voltadas para redução de casos de TB-HIV. É nesse sentido que compreender o padrão espacial e os espaços geográficos mais vulneráveis a essa coinfecção pode colaborar para um planejamento estratégico por parte dos gestores e profissionais de saúde. Assim, a utilização de técnicas de análise espacial possibilita o diálogo entre as estatísticas geográficas e epidemiológicas com os aspectos dinâmicos da população, como processos migratórios, fluxo populacional e suas condições socioeconômicas, já que é considerada nas análises a população de cada região específica[34].

Nesta investigação, a utilização dessas ferramentas permitiu segmentar os municípios em áreas de alto risco (*hot spot*) a partir da visualização de aglomerados espaciais e demarcação de áreas para coinfecção TB-HIV contemplando os 141 municípios de Mato Grosso. Houve destaque para a capital Cuiabá como área prioritária de alto risco de desenvolvimento da coinfecção, possivelmente por sua maior população, o que pode ainda estar relacionado com o fluxo migratório pela necessidade de melhoria da qualidade de vida, buscas por trabalho e tratamento, que acabam conduzindo indivíduos para centros urbanos para melhores condições de vida[35,36].

Sabe-se que os determinantes sociais da saúde têm grande influência no processo saúde-doença[37]. Ao analisar os dados encontrados no IBGE Cidades sobre os municípios que se encontram em área de risco, foi observado que, na maioria deles, as colocações de educação, economia e trabalho são baixas em relação a outros municípios do estado, como Nova Brasilândia, que se encontra na 110ª posição de 141 no quesito escolaridade e na 106ª posição de 141 quanto à economia. Em seguida, observa-se Jaciara em 81ª de 141 posições no quesito economia, Chapada dos Guimarães em 105ª posição quanto à educação e Dom Aquino em 71ª na variável trabalho/pessoas ocupadas. Essas colocações podem explicar a inserção desses municípios como áreas prioritárias[38].

Assim, a análise dos municípios identificados como *hot spots* neste estudo, como Cuiabá, Nova Brasilândia, Jaciara, Chapada dos Guimarães e Dom Aquino, revela uma confluência de determinantes sociais que aprofundam a vulnerabilidade à coinfecção TB-HIV. Por exemplo, Nova Brasilândia e Chapada dos Guimarães enfrentam altos índices de informalidade no trabalho e significativa dependência de programas de transferência de renda, o que reflete a precariedade das condições econômicas locais[11].

Outro aspecto relevante é a precariedade habitacional presente em diversas áreas críticas identificadas, onde há aglomeração domiciliar, ausência de saneamento básico e acesso limitado à água potável. Tais condições favorecem a transmissão da TB, sobretudo em grupos com imunossupressão, como PVHA. Em municípios como Santo Antônio do Leverger e Rosário Oeste, os dados do IBGE indicam mais de 30% dos domicílios em áreas urbanas sem esgotamento sanitário adequado, o que compromete os determinantes ambientais da saúde e agrava o cenário epidemiológico[10]. A associação entre pobreza, más condições habitacionais e maior incidência de TB já foi bem documentada na literatura, reforçando a necessidade de políticas intersetoriais que integrem saúde, habitação e desenvolvimento social[37].

Ademais, as dinâmicas migratórias internas, motivadas pela busca por trabalho em polos econômicos regionais como Cuiabá, Rondonópolis e Sorriso, geram fluxos populacionais instáveis e ampliam o risco de disseminação da TB e do HIV. Essa mobilidade dificulta a continuidade do cuidado e o rastreamento de contatos, especialmente entre trabalhadores sazonais, como os de lavouras e frigoríficos. Estudos recentes apontam que trabalhadores de setores produtivos intensivos em mão de obra, como o agronegócio e a indústria frigorífica, apresentam maior prevalência de infecções respiratórias e barreiras para adesão ao tratamento de TB-HIV, seja por jornadas extensas, seja por ausência de suporte nos serviços de saúde ocupacional[39,40].

Além disso, a concentração de assentamentos rurais e comunidades indígenas em algumas dessas localidades amplia as barreiras de acesso a serviços de saúde, especialmente aos serviços de diagnóstico e tratamento para TB e HIV. Essa marginalização territorial e econômica intensifica o risco de exposição e atraso no início da Tarv, como demonstrado em estudos que associam baixos níveis de desenvolvimento humano à maior mortalidade por TB. Tais achados reforçam a importância de integrar a vigilância em saúde com estratégias específicas voltadas para populações trabalhadoras vulneráveis[9].

Um fator de risco imprescindível à infecção pela TB que deve ser mencionado é o contato com pessoas com a doença ativa, ou seja, indivíduos que moram ou trabalham em ambientes com altas

cargas da doença estão sob maior risco de exposição ao bacilo. Nesse sentido, conhecer as áreas com alta incidência de TB pode contribuir para a busca ativa dos casos e a quebra da cadeia de transmissão, no caso das populações com maior risco, como as PVHA, o que se torna ainda mais indispensável[40].

Nesse contexto, é crucial enfatizar a importância de promover uma colaboração mais estreita entre os serviços que lidam com TB-HIV, com a necessidade de proporcionar uma educação contínua aos profissionais de saúde em todos os níveis do sistema de saúde, especialmente nos Serviços de Atenção Especializada em HIV/aids (SAE). Isso envolve a implementação regular de medidas preventivas, de diagnóstico e de tratamento para TB e HIV/aids. Nesse contexto, é fundamental que os profissionais promovam o acesso aos testes diagnósticos para ambas as condições e assegurem que as pessoas diagnosticadas sejam devidamente encaminhadas para iniciar os tratamentos, com enfoque na Tarv[41,42].

É essencial enfatizar que o tratamento da infecção latente causada pelo *Mycobacterium tuberculosis* (ILTB) representa uma das principais estratégias para controlar a TB e atingir os objetivos acordados. Esse tratamento é particularmente recomendado para PVHA, pois não apenas reduz a incidência de TB ativa como também contribui significativamente para a diminuição da mortalidade nesse grupo específico[43].

Nesse sentido, é importante considerar as iniquidades atreladas ao contexto sanitário local, falta de acesso e recurso de saúde, educação, renda e saneamento básico, que acabam influenciando em situações de vulnerabilidade, favorecendo a exposição e o adoecimento por TB-HIV[40].

As evidências demonstradas neste estudo em relação ao padrão espacial podem ser valiosas para a implementação de novas estratégias de controle da TB-HIV, para que as metas já estabelecidas pela OMS sejam alcançadas. Além do mais, o fortalecimento e o investimento na APS desses municípios são de suma importância para saúde pública.

Conclusões

Os achados obtidos em relação aos perfis sociodemográficos e de aspectos clínicos, em conjunto com as tecnologias espaciais, podem colaborar como um alerta para identificação de populações mais vulneráveis e áreas de risco, além de subsidiarem a implementação de políticas públicas que visem a estratégias para controle dos casos de TB, principalmente entre aqueles diagnosticados com HIV no estado de Mato Grosso.

Colaboradores

Alves JD (0000-0001-9771-9123)* contribuiu para concepção e desenho da pesquisa, obtenção de dados, análise e interpretação dos dados, análise estatística, redação e revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante. Kunrath D (0000-0002-5570-4668)* contribuiu para concepção e desenho da pesquisa, obtenção de dados, análise e interpretação dos dados, análise estatística e redação do manuscrito. Barros NS (0009-0008-1691-1577)* contribuiu para obtenção de dados, análise e interpretação dos dados, redação e revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual. Rodrigues GVS (0000-0001-5779-9296)* contribuiu para obtenção de dados, análise estatística e redação do manuscrito. Oliveira Júnior JS (0000-0002-5771-5854)* contribuiu para obtenção de dados, análise estatística e redação do manuscrito. Scholze AR (0000-0003-4045-3584)* contribuiu para obtenção, análise e interpretação dos dados, análise estatística e revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante. Abade AS (0000-0001-9771-9123)* contribuiu para definição da metodologia e revisão dos resultados. ■

*Orcid (Open Researcher and Contributor ID).

Referências

1. World Health Organization. Global tuberculosis report 2023 [Internet]. Geneva: WHO; 2023 [acesso em 2024 mar 22];4(4). Disponível em: https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/373828/9789240083851-eng.pdf?sequence=1

2. World Health Organization. Global tuberculosis report 2024 [Internet]. Geneva: WHO; 2024 [acesso em 2024 mar 22];4(4). Disponível em: https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/379339/9789240101531--eng.pdf?sequence=1

3. Montales MT, Beebe A, Chaudhury A, et al. *Mycobacterium tuberculosis* infection in a HIV-positive patient. Respir Med Case Rep. 2015;16:160-2. DOI: https://doi.org/10.1016/j.rmcr.2015.10.006

4. Ministério da Saúde (BR), Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. Manual de recomendações para o controle da tuberculose no Brasil [Internet]. Brasília, DF: Ministério da Saúde; 2019 [acesso em 2024 mar 22];4(4). Disponível em: https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/t/tuberculose/publicacoes/manual-de-recomendacoes-para-o-controle--da-tuberculose-no-brasil.pdf

5. Ministério da Saúde (BR), Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente. Boletim epidemiológico: coinfecção TB-HIV 2022 [Internet]. Brasília, DF: Ministério da Saúde; 2023 [acesso em 2024 mar 30]. Disponível em https://www.gov.br/aids/pt-br/central-de-conteudo/boletins-epidemiologicos/2022/coinfeccao--tb-hiv/boletim_coinfeccao_tb_hiv_2022.pdf

6. Silva AR, Hino P, Bertolozzi MR, et al. Percepções de pessoas com tuberculose/HIV em relação à adesão ao tratamento. Acta Paul Enferm. 2022;35:eAPE03661. DOI: https://doi.org/10.37689/acta-ape/2022AO03661

7. Damião JD, Agostini R, Maksud I, et al. Cuidando de pessoas vivendo com HIV/Aids na atenção primária à saúde: nova agenda de enfrentamento de vulnerabilidades? Saúde debate. 2022;46(132):163-74. DOI: https://doi.org/10.1590/0103-1104202213211

8. Alves JD, Arroyo LH, Arcoverde MAM, et al. Magnitud de los determinantes sociales en el riesgo de mortalidad por tuberculosis en el Centro-Oeste de Brasil. Gac Sanit. 2020;34(2):171-8. DOI: https://doi.org/10.1016/j.gaceta.2019.01.004

9. Alves JD, Chiaravalloti-Neto F, Arroyo LH, et al. Bayesian spatio-temporal models for mapping TB mortality risk and its relationship with social inequities in a region from Brazilian Legal Amazon. Trans R Soc Trop Med Hyg. 2020;114(5):323-31. DOI: https://doi.org/10.1093/trstmh/traa008

10. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo demográfico 2022 [Internet]. [Rio de Janeiro]: IBGE; 2022 [acesso em 2024 mar 30]. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mt/panorama

11. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Malhas territoriais [Internet]. [Rio de Janeiro]: IBGE; 2022 [acesso em 2024 mar 31]. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do--territorio/malhas-territoriais

12. Ord JK, Getis A. Local spatial autocorrelationstatistics: distributional issues and an application. Geo--graphical analysis. 1995;27(4):286-306. DOI: https://doi.org/10.1111/j.1538-4632.1995.tb00912.x

13. Prais SJ, Winsten CB. Trend estimators and serial correlation. Chicago: Cowles Commission; 1954.

14. Conselho Nacional de Saúde (BR). Resolução nº 466, de 12 dezembro de 2012. Aprova as diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos. Diário Oficial da União, Brasília, DF. 2013 jun 13; Edição 112; Seção I:59-62.

15. Conselho Nacional de Saúde (BR). Resolução nº 510, de 7 de abril de 2016. Dispõe sobre as normas aplicáveis a pesquisas em Ciências Humanas e Sociais. Diário Oficial da União, Brasília, DF. 2016 maio 24; Edição 98; Seção I:44-46.

16. Ministério da Saúde (BR), Secretaria de Vigilância em Saúde. Boletim epidemiológico: tuberculose 2022 [Internet]. Brasília, DF: Ministério da Saúde; 2022 [acesso em 2024 abr 22];4(4). Disponível em: https://www.gov.br/aids/pt-br/central-de-conteudo/boletins-epidemiologicos/2022/tuberculose/boletim_tb_2022_web_sumario_interativo.pdf/view

17. Barbosa IR, Costa ÍD. Estudo epidemiológico da coinfecção tuberculose-HIV no Nordeste do Brasil. Rev Patol Trop. 2014;43(1):e29369. DOI: https://doi.org/10.5216/rpt.v43i1.29369

18. Oliveira DN, Silva BC, Queiroz AA, et al. Tuberculosis-HIV coinfection: spatial analysis and epidemiological profile in Rio Grande do Norte. Mundo Saúde. 2021;45:481-92. DOI: https://doi.org/10.15343/0104-7809.202145481492

19. Batista AT, Saldanha AA, Furtado FM. Autoconceito masculino e autocuidado em saúde. Psicol Saúde Doenças. 2017;18(3):859-69. DOI: http://dx.doi.org/10.15309/17psd180318

20. Mariano A, Magnabosco GT, Orfão NH. Perfil epidemiológico da coinfecção TB/HIV em um município prioritário da Amazônia ocidental. J Manag Prim Health Care. 2021;13:e08. DOI: https://doi.org/10.14295/jmphc.v13.1131

21. Baldan SS, Ferraudo AS, Andrade MD. Características clínico-epidemiológicas da coinfecção por tuberculose e HIV e sua relação com o Índice de Desenvolvimento Humano no estado do Mato Grosso do Sul, Brasil. Pan Amaz Saude. 2017;8(3):59-67. DOI: https://doi.org/10.5123/s2176-62232017000300007

22. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cor ou raça 2022. IBGE Educa [Internet]. 2022 [acesso em 2024 abr 22]; Conheça o Brasil. Disponível em: https://educa.ibge.gov.br/jovens/conheca-o-brasil/populacao/18319-cor-ou-raca.html

23. Serra LD, Ross JD. Estudo clínico-epidemiológico da coinfecção tuberculose-HIV em uma cidade no interior maranhense. J Manag Prim Health Care. 2013;3(2):122-5. DOI: https://doi.org/10.14295/jmphc.v3i2.149

24. Pimpin L, Drumright LN, Kruijshaar ME, et al. Tuberculosis and HIV co-infection in European Union and European Economic Area countries. Eur Respir J. 2011;38(6):1382-92. DOI: https://doi.org/10.1183/09031936.00198410

25. Berra TZ, Bruce AT, Alves YM, et al. Fatores relacionados, tendência temporal e associação espacial do abandono de tratamento para tuberculose em Ribeirão Preto-SP. Rev Eletr Enferm. 2020;22:58883. DOI: https://doi.org/10.5216/ree.v22.58883

26. Moura MCC. Perfil epidemiológico dos pacientes diagnosticados com tuberculose em Porto Velho - RO, entre 2013 e 2017 [trabalho de conclusão de curso]. Porto Velho: Centro Universitário São Lucas; 2018.

27. Alves JD. Análise espacial dos determinantes sociais e o risco de mortes por tuberculose: da aplicação da estatística de varredura à abordagem Bayesiana em uma metrópole do Centro Oeste brasileiro [tese]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2018.

28. Oliveira LB, Costa CR, Queiroz AA, et al. Análise epidemiológica da coinfecção tuberculose/HIV. Cogitare Enferm. 2018;23(1):e51016. DOI: https://doi.org/10.5380/ce.v23i1.51016

29. Tiberi S, Carvalho AC, Sulis G, et al. The cursed duet today: tuberculosis and HIV-coinfection. Presse Med. 2017;46(2 Pt 1):e23-e39. DOI: https://doi.org/10.1016/j.lpm.2017.01.017

30. Coêlho DM, Viana RL, Madeira CA, et al. Perfil epidemiológico da tuberculose no Município de Teresina-PI, no período de 1999 a 2005. Epidemiol Serv Saude. 2010;19(1):e000505. DOI: https://doi.org/10.5123/S1679-49742010000100005

31. Gaspar RS, Nunes N, Nunes M, et al. Temporal analysis of reported cases of tuberculosis and of tuberculosis-HIV co-infection in Brazil between 2002 and 2012. J Bras Pneumol. 2016;42(6):416-22. DOI: https://doi.org/10.1590/S1806-37562016000000054

32. Souza AC, Custódio FR, Melo OF. Cenário epidemiológico da tuberculose no município de Sobral (CE) entre os anos de 2013 e 2017. Rev Eletr Acervo Saúde. 2019;(23):e445. DOI: https://doi.org/10.25248/reas.e445.2019

33. Miranda LO, Araújo GB, Furtado D, et al. Aspectos epidemiológicos da coinfecção Tuberculose/HIV no Brasil: revisão integrativa. Rev Preven Infec Saúde. 2017;3(3):e6450. DOI: https://doi.org/10.26694/repis.v3i3.6450

34. Ibiapina É, Bernardes A. O mapa da saúde e o regime de visibilidade contemporâneo. Saude Soc. 2019;28(1):322-36. DOI: https://doi.org/10.1590/S0104-12902019170982

35. Zambenedetti G, Silva RA. Descentralização da atenção em HIV-Aids para a atenção básica: tensões e potencialidades. Physis. 2016;26(3):785-806. DOI: https://doi.org/10.1590/S0103-73312016000300005

36. Melo EA, Maksud I, Agostini R. Cuidado, HIV/Aids e atenção primária no Brasil: desafio para a atenção no Sistema Único de Saúde? Rev Panam Salud Publica. 2018;42:e151. DOI: https://doi.org/10.26633/RPSP.2018.151

37. Machado HM, Silva NS, Souza CB, et al. Determinantes sociais em saúde e suas implicações no processo saúde-doença da população. Rev Contemporânea. 2023;3(6):6086-102. DOI: https://doi.org/10.56083/rcv3n6-073

38. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades e estados 2022 [Internet]. [Rio de Janeiro]: IBGE; 2022 [acesso em 2024 abr 30]. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/

39. Santos LFS, Carneiro PHV, Serra MAO, et al. Tuberculosis/HIV co-infection in Northeastern Brazil: prevalence trends, spatial distribution, and associated factors. J Infect Dev Ctries. 2022;16(9):1490-9. DOI: https://doi.org/10.3855/jidc.16570

40. Werle JE, Teston EF, Rossi RM, et al. HIV/AIDS and the social determinants of health: a time series study. Rev Bras Enferm. 2022;75(4):e20210499. DOI: https://doi.org/10.1590/0034-7167-2021-0499

41. Cavalin RF, Pellini ACG, Lemos RRG, et al. Coinfecção TB-HIV: distribuição espacial e temporal na maior metrópole brasileira. Rev Saúde Pública. 2020;54:112. DOI: https://doi.org/10.11606/s1518-8787.2020054001863

42. Ministério da Saúde (BR), Secretaria de Vigilância em Saúde. Boletim epidemiológico: tuberculose 2023 [Internet]. Brasília, DF: Ministério da Saúde; 2023 [acesso em 2024 abr 30]. Disponível em: https://www.gov.br/aids/pt-br/central-de-conteudo/boletins-epidemiologicos/2023/tuberculose/boletim-epidemiologico-tuberculose-2023_eletronico.pdf

43. Macedo LF, Bastos TD, Deprá JV, et al. Levantamento epidemiológico e fatores associados à coinfecção tuberculose/HIV no Brasil. Rev Eletr Acervo Saúde. 2021;13(1):e5360. DOI: https://doi.org/10.25248/reas.e5360.2021

Recebido em 20/08/2024
Aprovado em 10/06/2025
Conflito de interesses: inexistente
Disponibilidade de dados: os dados de pesquisa estão contidos no próprio manuscrito
Suporte financeiro: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) – Processo 445458/2023-2. Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso (Fapemat) – Nº Processo: FAPEMAT-PRO.000087/2023

Editora responsável: Paula de Castro Nunes