

**TERRITÓRIOS VULNERÁVEIS À OCORRÊNCIA DA COINFECÇÃO TUBERCULOSE/HIV EM
MUNICÍPIO ENDÊMICO PARA TUBERCULOSE**

**VULNERABLE TERRITORIES TO THE OCCURRENCE OF TUBERCULOSIS/HIV COINFECTION
IN A TUBERCULOSIS ENDEMIC MUNICIPALITY**

Lívia Fernanda Siqueira Santos

Universidade Federal do Maranhão (UFMA), Mestra pelo Programa de Pós Graduação em Saúde e Tecnologia,
Centro de Ciências de Imperatriz (CCIm), Imperatriz, Maranhão, Brasil.
livia-siqueira2011@hotmail.com

Ezequiel Almeida Barros

Universidade Federal do Maranhão (UFMA), Graduando em Enfermagem da Universidade Federal do Maranhão
(UFMA), Centro de Ciências de Imperatriz (CCIm) da Universidade Federal do Maranhão (UFMA), Imperatriz,
Maranhão, Brasil.
ezequiel.barros@discente.ufma.br

Floriacy Stabnow Santos

Universidade Federal do Maranhão (UFMA), Docente do Programa de Pós-graduação em Saúde e Tecnologia
do Centro de Ciências de Imperatriz (CCIm), Imperatriz, Maranhão, Brasil.
floriacy.stabnow@ufma.br

Lívia Maia Pascoal

Universidade Federal do Maranhão (UFMA), Docente do Programa de Pós-graduação em Saúde e Tecnologia
do Centro de Ciências de Imperatriz (CCIm), Imperatriz, Maranhão, Brasil.
livia.mp@ufma.br

Ana Cristina Pereira de Jesus Costa

Universidade Federal do Maranhão (UFMA), Docente do Programa de Pós-graduação em Saúde e Tecnologia
do Centro de Ciências de Imperatriz (CCIm), Imperatriz, Maranhão, Brasil.
cristina.ana@ufma.br

Maria Aparecida Alves de Oliveira Serra

Universidade Federal do Maranhão (UFMA), Docente do Programa de Pós-graduação em Saúde e Tecnologia
do Centro de Ciências de Imperatriz (CCIm), Imperatriz, Maranhão, Brasil.
maa.oliveira@ufma.br

Isaura Letícia Tavares Palmeira Rolim

Universidade Federal do Maranhão (UFMA), Docente do Programa de Pós-graduação em Enfermagem, São
Luís, Maranhão, Brasil.
leticia.isaura@ufma.br

Leonardo Hunaldo dos Santos

Universidade Federal do Maranhão (UFMA), Docente do Programa de Pós-graduação em Saúde e Tecnologia
do Centro de Ciências de Imperatriz (CCIm), Imperatriz, Maranhão, Brasil.
leonardo.hunaldo@ufma.br

Marcelino Santos Neto

Universidade Federal do Maranhão (UFMA), Docente do Programa de Pós-graduação em Saúde e Tecnologia
do Centro de Ciências de Imperatriz (CCIm), Imperatriz, Maranhão, Brasil.
marcelino.santos@ufma.br

RESUMO

Objetivo: Analisar os territórios vulneráveis à ocorrência da coinfeção TB/HIV em cenário endêmico para tuberculose do Nordeste brasileiro. Métodos: Estudo ecológico, descritivo e exploratório, realizado em Imperatriz (MA), Nordeste do Brasil. Os setores censitários do

município foram considerados como unidades ecológicas de análises. Incluíram-se os casos de coinfeção TB/HIV, a partir das fichas de notificação de tuberculose registrados junto ao Sistema de Notificação de Agravos (SINAN) entre 2010 e 2019. Realizaram-se a análise espacial de área e análise de *Kernel*. Os casos foram geocodificados, por meio do *software TerraView, versão 4.2.2*, e ferramentas como *Batch Geocode* e GPS. Resultados: No período sob investigação, notificaram-se 800 casos de tuberculose, dos quais, 68 (8,5%) casos foram considerados coinfectados TB/HIV, mediante os registros positivos para sorologia anti-HIV. Foram geocodificados 62 casos (91%) de coinfeção TB/HIV, com destaque para ocorrência majoritária em setores censitários urbanos. Observou-se distribuição espacial heterogênea dos casos, com prevalência variando entre 0,00 e 7,00 casos/100 habitantes, com maiores taxas na região leste dos setores censitários urbanos, e o estimador de *Kernel* revelou áreas quentes com maior densidade de casos/km² em setores censitários urbanos caracterizadas por intensas desigualdades socioespaciais. Conclusões: Os territórios vulneráveis, bem como a heterogeneidade espacial dos casos de coinfeção TB/HIV identificados, constituem subsídios para a gestão e os serviços de saúde, na busca por melhoria do manejo desses pacientes e diminuição das iniquidades sociais e de acesso, por meio da implementação de ações de saúde efetivas.

Palavras-chave: Tuberculose. HIV. Epidemiologia. Análise Espacial.

ABSTRACT

Objective: To analyze the territories vulnerable to the occurrence of TB/HIV co-infection in an endemic scenario for tuberculosis in the Brazilian Northeast. Methods: Ecological, descriptive and exploratory study, carried out in Imperatriz (MA), Northeast of Brazil. The municipality's census sectors were considered as ecological units of analysis. Cases of TB/HIV co-infection were included, based on tuberculosis notification forms registered with the Disease Notification System (SINAN) between 2010 and 2019. Spatial area analysis and *Kernel* analysis were carried out. The cases were geocoded using *TerraView software, version 4.2.2*, and tools such as *Batch Geocode* and GPS. Results: During the period under investigation, 800 cases of tuberculosis were reported, of which 68 (8.5%) cases were considered TB/HIV co-infected, based on positive records for anti-HIV serology. 62 cases (91%) of TB/HIV co-infection were geocoded, highlighting the majority occurrence in urban census sectors. A heterogeneous spatial distribution of cases was observed, with prevalence varying between 0.00 and 7.00 cases/100 inhabitants, with higher rates in the eastern region of the urban census sectors, and the *Kernel* estimator revealed hot areas with higher density of cases/ km² in urban census tracts characterized by intense socio-spatial inequalities. Conclusions: Vulnerable territories, as well as the spatial heterogeneity of identified cases of TB/HIV co-infection, constitute support for management and health services, in the search for improving the management of these patients and reducing social and access inequities, through the implementation of effective health actions.

Keywords: Tuberculosis. HIV. Epidemiology. Spatial Analysis.

INTRODUÇÃO

O panorama epidemiológico mundial da tuberculose (TB) vem sendo modificado, devido à infecção pelo Vírus da Imunodeficiência Humana (HIV), constituindo situação de saúde que requer atenção no desenvolvimento de estratégias públicas de controle de coinfeções. Em países com alta prevalência de HIV, existem questões relacionadas ao controle da TB, tornando-se grande preocupação de saúde pública mundial, em razão do impacto na mortalidade, que é maior em pacientes com coinfeção TB/HIV (SANTOS *et al.*, 2022; WHO, 2019; SANTOS, 2018).

Em 2018, aproximadamente, 8,6% dos casos de TB no mundo eram HIV positivos, com total de 862 mil pessoas coinfectados (OMS, 2019). Em 2021, cerca de 6,7% de todos os casos de TB eram infectados pelo HIV, sendo que essa proporção tem diminuído constantemente ao longo dos anos (WHO, 2022). A coinfeção TB/HIV afeta desproporcionalmente pessoas em situação de

vulnerabilidade social e que carecem de recursos para prevenir, diagnosticar, tratar e controlar TB e HIV/Aids, acometendo particularmente áreas subdesenvolvidas e densamente povoadas, principalmente algumas partes do continente africano, que representa mais de 50% dos casos mundialmente registrados (WHO, 2019; WHO, 2022).

É relevante pontuar que a testagem para o HIV entre os pacientes diagnosticados com TB é importante indicador epidemiológico, constituindo-se potente ferramenta para o controle dessa comorbidade. Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), a cobertura global do teste de HIV entre pessoas diagnosticadas com TB permaneceu alta em 2021, em 76%, superando a cobertura de 2020 que estava em 73% da cobertura (WHO, 2022).

De acordo com dados fornecidos pelo Boletim Epidemiológico de TB, em 2022, foram notificados 78.057 casos novos da doença e, destes, 6.557 (8,4%) positivaram para o HIV. O estado do Maranhão apresentou no período, segundo o boletim, 2.524 casos de TB, destes, 191 (7,6%) eram coinfectados TB/HIV, posicionando-se em quarto lugar na Região Nordeste em número de casos (BRASIL, 2023).

O impacto econômico e emocional vivenciado pela coinfeção TB/HIV é maior do que quando vivido de modo isolado cada uma destas infecções. Isso porque ambas reproduzem difícil situação social, muitas vezes associada a estigmas ou disparidades sociais das doenças combinadas. A realidade de possuir a coinfeção TB/HIV pode levar ao sofrimento, mudar o cotidiano e a forma como o paciente se relaciona consigo e com as outras pessoas, a condição afeta adversamente a vida dos indivíduos, desde os aspectos biológicos até psicossociais, modificando a qualidade de vida (ABI-ACKEL, 2020).

O Maranhão é considerado uma das unidades federativas prioritárias para o controle da TB. Dos 217 municípios, oito foram priorizados, por possuírem população acima de 100.00 habitantes e carga bacilar elevada (SANTOS, 2018). Destarte, torna-se essencial reconhecer a situação epidemiológica da coinfeção TB/HIV e a distribuição espacial nas diversas localidades do país, sobretudo nos municípios considerados prioritários para o controle da TB, como Imperatriz, situada no sudoeste e município sede de uma regional de saúde do estado.

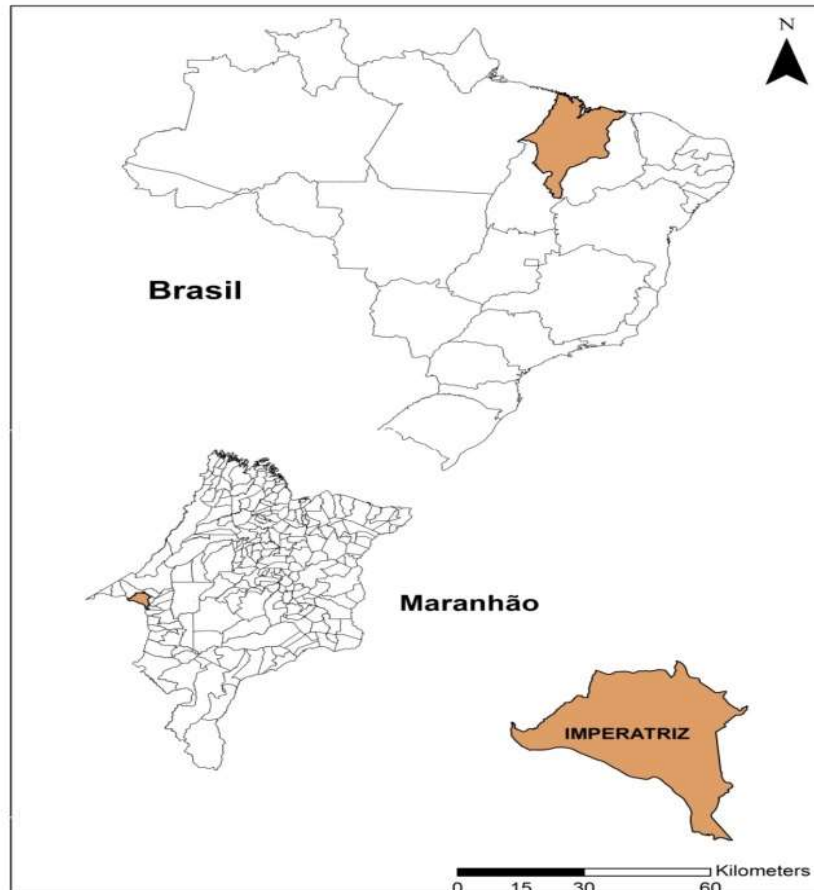
Estudos sobre análise espacial da coinfeção em tela vêm sendo incentivados, por serem consideradas ferramentas essenciais para detecção de falhas dos sistemas e serviços de saúde, por permitirem o conhecimento da distribuição do agravo no espaço e espaço-tempo. Deste modo, a utilização do geoprocessamento, enquanto instrumento de coleta, análise e exibição de informações referenciadas geograficamente, permite melhor visualização de eventos de saúde em mapas (IBIAPINA; BERNARDES, 2019). Ademais, é possível investigar e realizar intervenções direcionadas para as áreas identificadas como suscetíveis do sistema de atenção à saúde, dos comportamentos individuais ou coletivos representados na área geográfica sob investigação (CAVALIN, 2020).

Diante do exposto, a coinfeção TB/HIV mostra-se com importante indicador da qualidade dos serviços de saúde e relevante desafio local, o que abre possibilidades para se compreender a distribuição no espaço urbano para direcionamento das intervenções de saúde aos territórios mais vulneráveis. Nesta perspectiva, o presente estudo tem como objetivo analisar os territórios vulneráveis à ocorrência da coinfeção TB/HIV, em cenário endêmico para TB do Nordeste brasileiro.

MÉTODOS

Trata-se de estudo ecológico, descritivo e exploratório, cujas unidades de análise foram os setores censitários de Imperatriz (MA) (Figura 1), Nordeste do Brasil, utilizando dados do Censo de 2010 do IBGE e dos registros de casos de TB obtidos do SINAN. O município possui população estimada de 259.980 habitantes, área territorial 1.369,039 km² e 102 estabelecimentos de saúde cadastrados no Sistema Único de Saúde (SUS) (IBGE, 2021a). O município se localiza a 626 km da capital São Luís. Destaca-se como polo universitário e comercial da região Tocantina, constituindo o segundo maior centro populacional, econômico, universitário, político, de serviços de saúde e cultural do estado do Maranhão (SANTOS *et al.*, 2022), conta com 48,3% de esgotamento sanitário adequado e tem 86% de abastecimento de água potável e a taxa de analfabetismo é de 9,7% (IBGE, 2021a).

Figura 1 – Mapa de localização da cidade de Imperatriz, a partir do mapa do Brasil e do estado do Maranhão



Fonte: Adaptada e elaborada pelos autores a partir de bases geográficas do IBGE.

Quanto aos indicadores socioeconômicos, o município possui taxa de esperança de vida ao nascer de 73,2 anos, Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) de 0,73, índice de exclusão social em torno de 0,6, incidência de pobreza de 55,28 % e Índice de Gini de 0,46 (IBGE, 2021a).

Incluíram-se nesta investigação os casos notificados de coinfeção TB/HIV no município de Imperatriz-MA, a partir das fichas de notificação de TB do Sistema Nacional de Informação de Agravos de Notificação (SINAN), entre janeiro de 2010 e dezembro de 2019. Destaca-se que as recidivas ou reingressos após abandono foram consideradas apenas como um caso. Os dados da pesquisa foram coletados em fevereiro de 2020, no Serviço de Vigilância em Saúde (SVS) da Unidade Gestora Regional de Saúde de Imperatriz (UGRSI).

Na fase exploratória dos dados, selecionaram-se variáveis que compreenderam dados de notificação individual relativos ao endereçamento completo e zona de residência. Para geocodificação dos dados coletados, utilizou-se da base cartográfica da cidade de Imperatriz, adquirida via empresa Imagem/Esri. Os mapas em formato *Shapefile (shp)*, constituído de três arquivos, com extensões shp, shx e dbf, projeção *Universal Transverse Mercator (UTM)* e sistema geodésico regional para a América do Sul, *South American Datum (SAD 69)*. O Sistema de Informação Geográfica (SIG) ArcGis, versão 10.8, foi utilizado para gerenciamento das informações e elaboração dos mapas.

Procedeu-se à padronização e equiparação dos endereços dos casos notificados, tanto da zona urbana como da rural, com os presentes na base cartográfica adquirida, projeção UTM/WGS84, disponibilizada

na extensão shp. Em seguida, empregando-se o *software TerraView, versão 4.2.2*, realizou-se a geocodificação propriamente dita, representada pela interpolação linear do endereçamento em ponto específico do logradouro correspondente, permitindo a elaboração de padrões de pontos de eventos. Assim, a geocodificação consiste no mapeamento dos casos de coinfeção TB/HIV, por meio dos dados tabulares que não apresentam referência espacial dos casos. O mapeamento utiliza a base cartográfica do município inserido em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG).

Para os registros de casos não localizados na base cartográfica de Imperatriz, utilizou-se a da ferramenta *Batch Geocode* que busca, via Google Earth, as coordenadas dos endereços. Acrescenta-se ainda que para os endereços não localizados na base de logradouros/arruamentos e com a utilização da ferramenta *Batch Geocode*, realizaram-se visitas de campo nos locais de residência onde ocorreram os casos para obtenção das coordenadas geográficas dos eventos com a utilização do GPS.

É importante salientar que esses procedimentos, no que diz respeito à geocodificação, foram adotados tendo em vista a possibilidade de georreferenciar espacialmente o maior número de eventos (casos de coinfeção TB/HIV) para processamento das análises espaciais. Deste modo, os registros dos casos de coinfeção geocodificados foram distribuídos espacialmente na malha digital dos respectivos setores censitários do município.

Realizou-se a análise espacial de área, na qual os setores censitários do foram elegíveis como unidades ecológicas de análise para obtenção as taxas de prevalência de coinfeção TB/HIV. Assim, foram determinadas, por setor censitário e para o período de estudo, as taxas de prevalência da coinfeção em tela, dividindo-se, respectivamente, o total de casos pela população padrão no meio do período (população urbana de Imperatriz) de cada setor censitário multiplicada por 100 e, por fim, dividida por 10, referente aos anos de estudo. Este procedimento foi processado no *software ArcGis versão 10.8*, que consiste em pacote de softwares da ESRI® (*Environmental Systems Research Institute*) que possibilita a elaboração e manipulação de informações vetoriais e matriciais para uso e gerenciamento de bases temáticas (ANDRADE, 2012), sendo obtido o mapa temático da distribuição das taxas agrupadas em quintis.

Matsumoto e Flores (2012) afirmam que o estimador de *Kernel* é uma técnica de estatística espacial que evidencia onde estão alocados os exatos eventos dos agrupamentos em um plano. Os autores especificam que quando o estimador de *Kernel* é utilizado em um SIG, gera interpolação que se fixa sobre as bases cartográficas, evidenciando o acontecimento, georreferenciando no espaço geográfico, evidenciando a localização exata das regiões em que ocorrem as maiores ou menores concentrações do evento estudado.

O estimador *Kernel* auxilia na representação geral da distribuição dos pontos amostrais, indicando a ocorrência de conglomerados espaciais (clusters), que indicam a dependência espacial (CÂMARA *et al.*, 2004). Assim, utilizou-se da técnica de análise da densidade de pontos (estimador de *Kernel*), que incide na interpolação exploratória, originando uma área de densidade para a definição e representação dos aglomerados espaciais “áreas quentes” (CAMARA; CARVALHO, 2002). No caso do presente estudo, áreas com maiores densidades (coinfeção TB/HIV), iminentemente mais vulneráveis à presença deste agravo. Ao considerar o raio de 1000m, o mapa temático da distribuição da densidade dos casos de coinfeção TB/HIV, segundo endereço de residência, foram gerados no *software ArcGIS 10.8*.

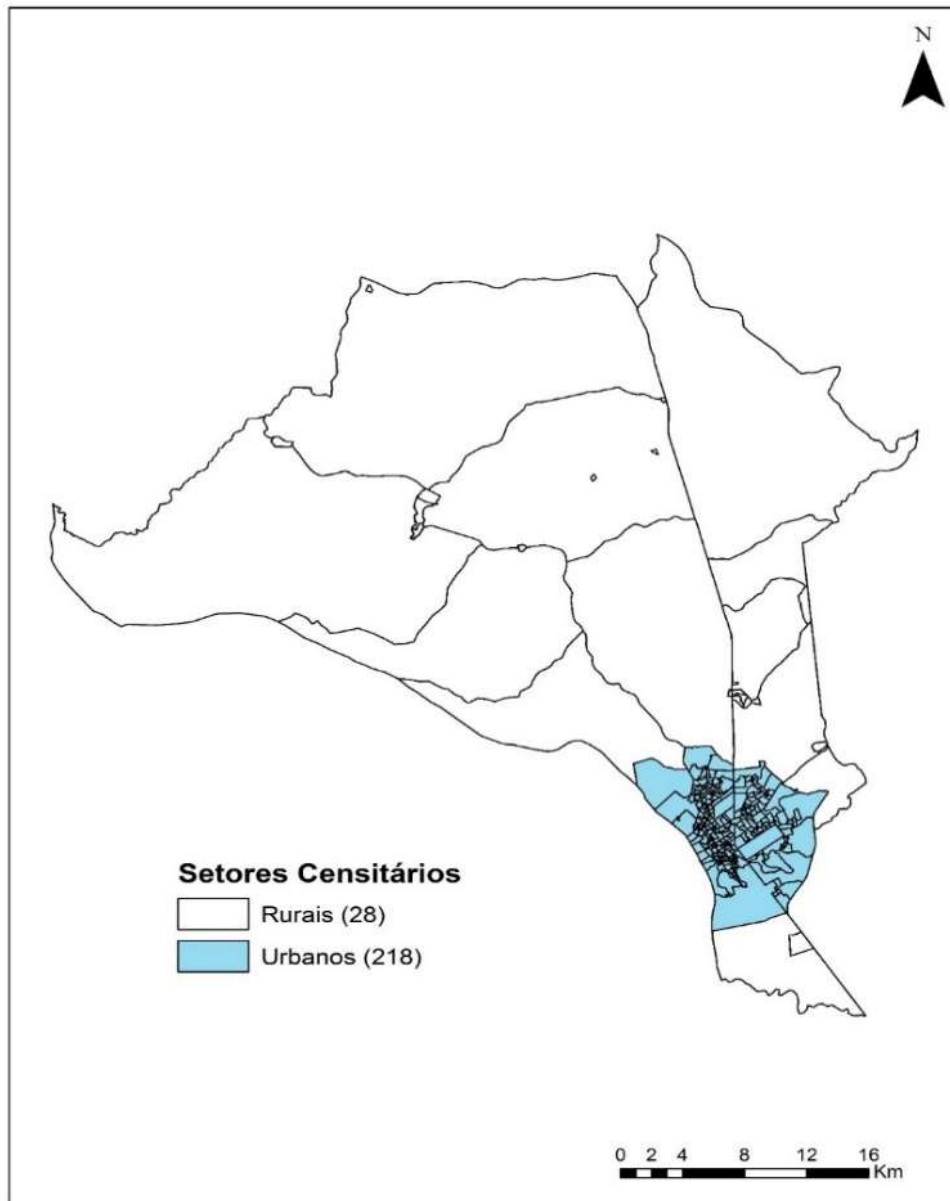
Atentando aos preceitos da Resolução nº466/2012, para realização deste estudo, o projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Maranhão (UFMA), conforme parecer nº1.627.931.

RESULTADOS

No período compreendido entre 2010 e 2019, notificaram-se 800 casos de TB junto ao SINAN, dos quais, 68 (8,5%) casos foram considerados coinfectados TB/HIV no município de Imperatriz-MA, mediante os registros positivos para sorologia anti-HIV.

De acordo com os resultados do universo do último censo demográfico realizado em 2010, a cidade de Imperatriz é dividida em 246 setores censitários, sendo 218 da zona urbana e 28 da zona rural (IBGE, 2021a). A Figura 2 apresenta a referida divisão.

Figura 2 – Mapa dos setores censitários urbanos e rurais de Imperatriz - MA, Brasil

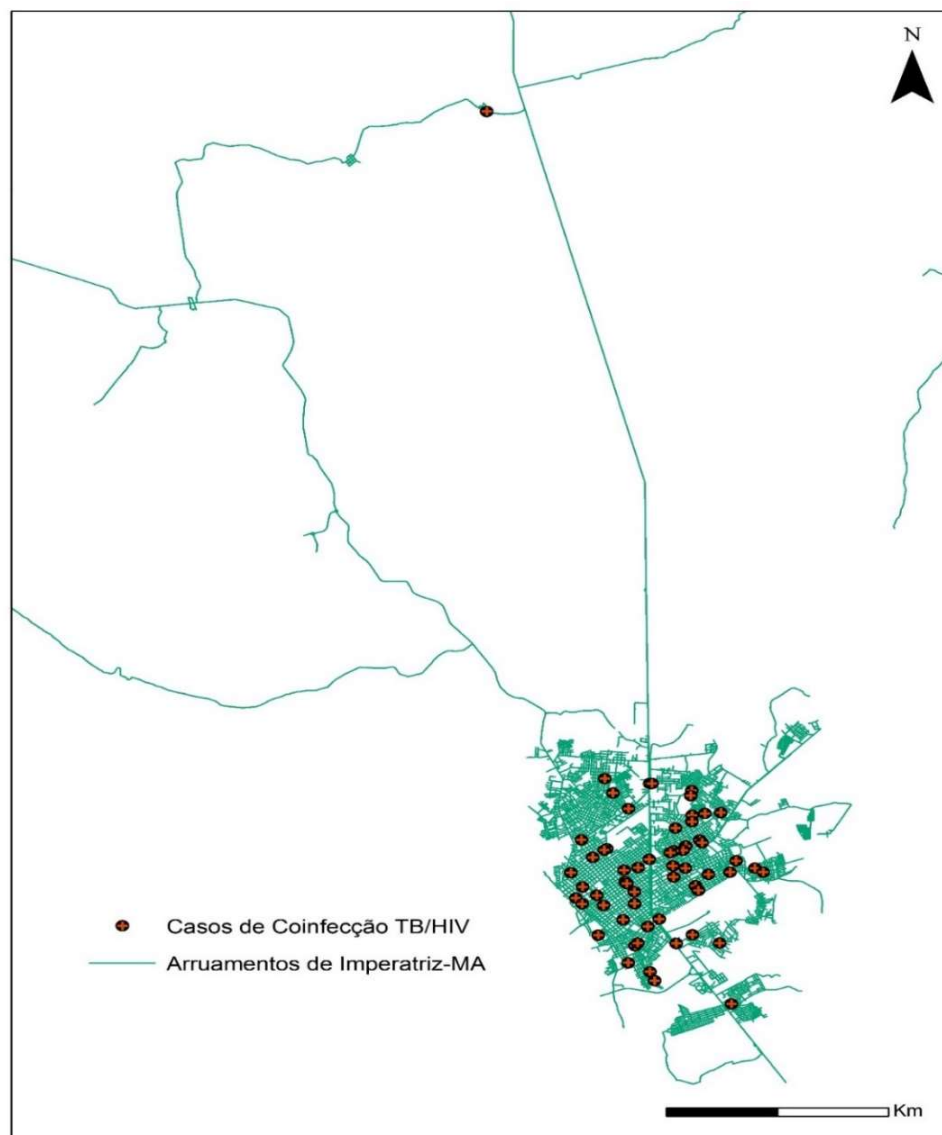


Fonte: Adaptada e elaborada pelos autores a partir de bases geográficas do IBGE

No que concerne ao processo de geocodificação dos casos de coinfeção TB/HIV, dos 68 foram geocodificados 62 e, desses, apenas um foi referente à zona rural, correspondendo a, aproximadamente, 91,0% do total de casos notificados. Não foi possível a geocodificação de seis, cerca de 9,0% dos casos, que apresentaram incoerências e/ou inconsistências nos endereços registrados, apesar da utilização de distintas estratégias de geocodificação.

Do total de eventos geocodificados, 57 casos de coinfeção TB/HIV (92,0%) foram por meio do *software TerraView, versão 4.2.2*, quatro casos (6,6%) com a utilização do *Batch Geocode* e um caso (1,4%) com as buscas dos endereços por meio de GPS. A Figura 3 apresenta os casos de coinfeção TB/HIV distribuídos no mapa de arruamentos de Imperatriz.

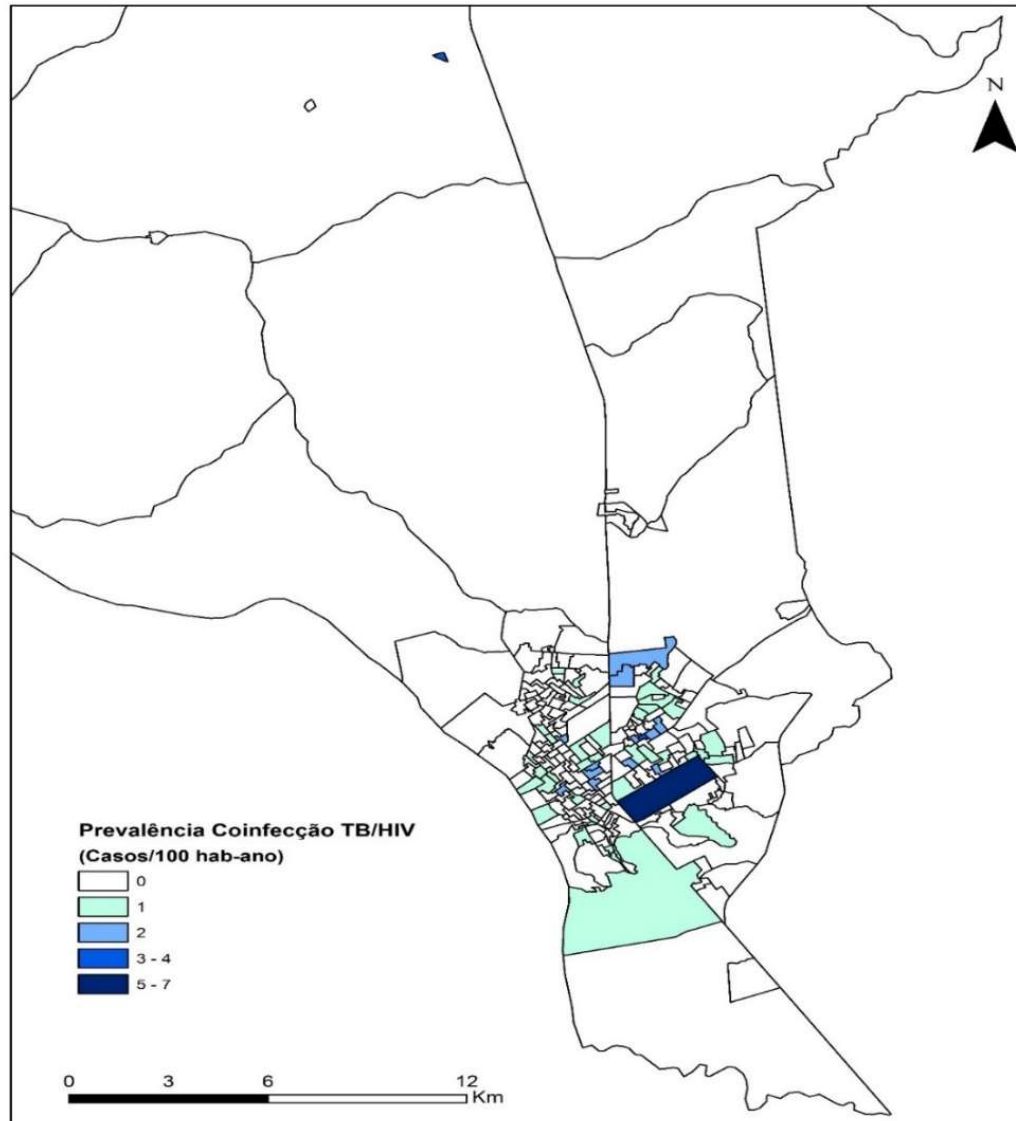
Figura 3 – Mapa de arruamentos com os casos de coinfeção TB/HIV, Imperatriz – MA, Brasil (2010 a 2019)



Fonte: Adaptada e elaborada pelos autores a partir de bases geográficas do IBGE.

A Figura 4 apresenta a distribuição das taxas de prevalência da coinfeção TB/HIV nos setores censitários de Imperatriz. Observa-se que a prevalência variou de 0,00 a 7,00 casos/100 habitantes-ano, configurando distribuição espacial heterogênea, não aleatória, em que as maiores taxas foram detectadas na região leste de zona urbana do município.

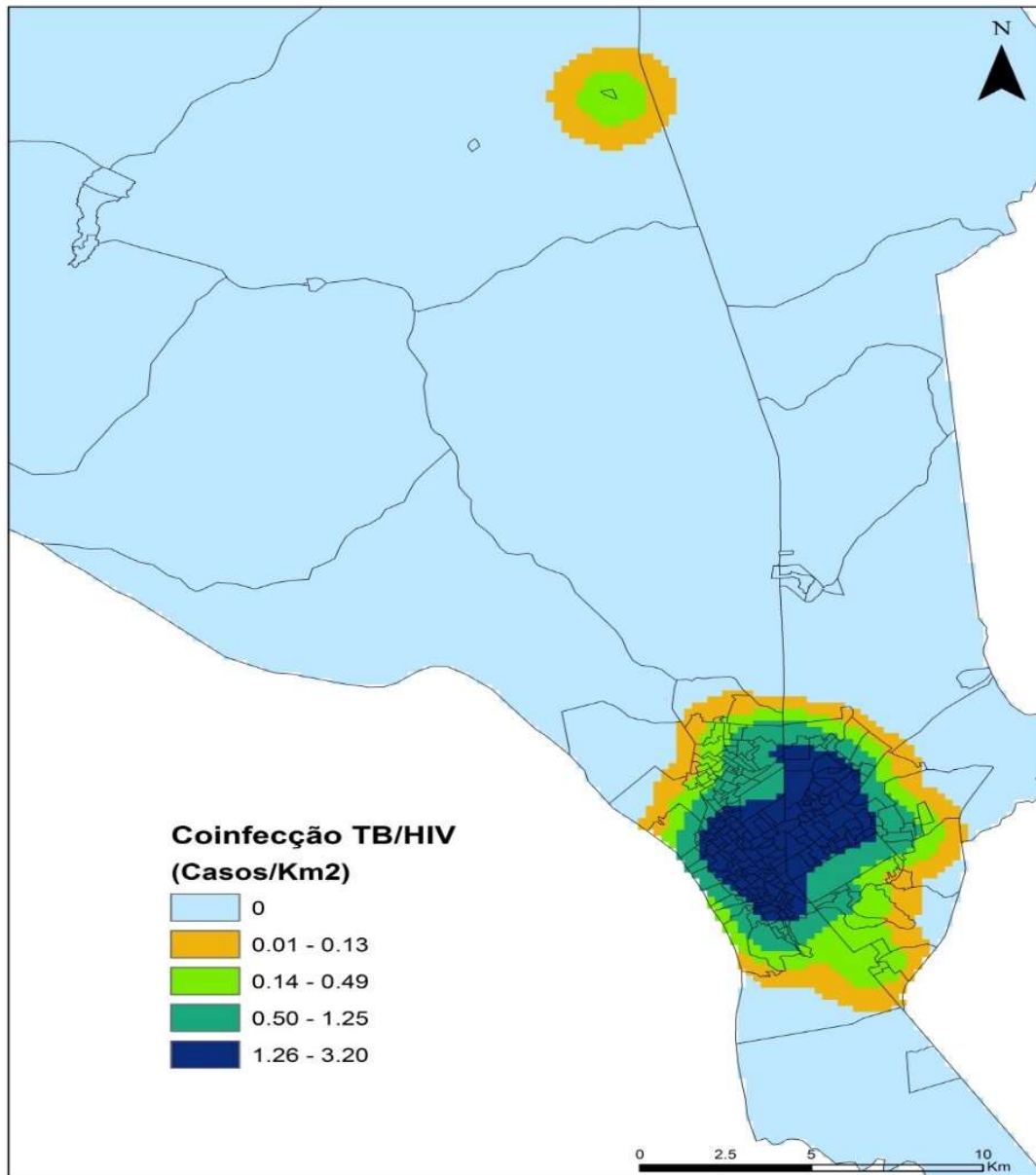
Figura 4 – Distribuição das taxas de prevalência de coinfeção TB/HIV (casos/100 habitantes-ano), segundo setores censitários, Imperatriz – MA, Brasil (2010 a 2019)



Fonte: Elaborada pelos autores a partir dos dados do SINAN TB – SVS/UGRSI.

A Figura 5 expressa a análise exploratória de densidade dos casos de coinfeção TB/HIV, realizada pela análise de *Kernel*, utilizando-se do mapa do total de setores censitários do município, de acordo com dados do Censo de 2010, disponibilizado pelo IBGE. Percebem-se taxas que variaram de 0,00 a 3,20 casos/ (km²), no qual setores censitários considerados como “áreas quentes” estão destacados em azul, sendo possível evidenciar ainda distribuição com formação de *cluster* (*aglomerado*), concentrado principalmente na região central do sul do município, onde se encontra a área urbana da cidade, concentrando os bairros com maior índice de casos de coinfeção TB/HIV.

Figura 5 – Distribuição da densidade de coinfeção TB/HIV, Imperatriz - MA, Brasil (2010 a 2019)



Fonte: Elaborada pelos autores a partir dos dados do SINAN TB – SVS/UGRSI.

Na Tabela 1, estão elencados os 27 bairros com registros de casos de coinfeção TB/HIV geocodificados por meio das diversas estratégias utilizadas em Imperatriz (MA), no período de estudo. Destaca-se que os bairros Bacuri, Nova Imperatriz, Centro, Parque Anhanguera, Vila Lobão, Vila Ipiranga, possuem o maior número de casos de coinfeção TB/HIV registrado, em comparação aos bairros Vila Nova, Vila Conceição, União, Planalto, Conjunto Vitória, Vila São Francisco, Três Poderes, entre outros, que possuem apenas um caso notificado no período analisado.

Territórios vulneráveis à ocorrência da coinfeção tuberculose/HIV em município endêmico para tuberculose

Lívia Fernanda Siqueira Santos
Ezequiel Almeida Barros
Floriacy Stabnow Santos
Lívia Maia Pascoal
Ana Cristina Pereira de Jesus Costa
Maria Aparecida Alves de Oliveira Serra
Isaura Letícia Tavares Palmeira Rolim
Leonardo Hunaldo dos Santos
Marcelino Santos Neto

Tabela 1 – Relação dos bairros com registros de casos de coinfeção TB/HIV geocodificados, Imperatriz - MA, Brasil (2010 – 2019)

BAIROS	N	%
Bacuri	8	13,0%
Nova Imperatriz e Centro *	5	8,3%
Parque Anhanguera e Vila Lobão*	4	6,4%
Santa Rita, Parque Amazônia e Vila Redenção I *	3	4,8%
Parque Senharol, Mercadinho, Beira Rio, Parque Alvorada, Cafeteira, Vila Ipiranga, Vilinha, Vila Redenção *		
Vila Nova, Vila Conceição, União, Planalto, Conjunto Nova Vi	2	3,2%
Vila São Francisco, Jardim Oriental, Três Poderes, Jardim Luís, Parque das Palmeiras, Parque Buriti *		
TOTAL	1	1,6%
	62**	100%

*Valores absolutos e relativos para cada bairro apresentado no grupo; ** Total de casos de coinfeção TB/HIV geocodificados. Fonte: Elaborada pelos autores a partir dos dados do SINAN TB – SVS/UGRSI.

DISCUSSÃO

Este estudo desvela que a maioria dos casos do estudo foram reportados na zona urbana do cenário (95,6%). A predominância da zona urbana sobre a rural como área de residência dos indivíduos que adoeceram foi também destacada em literatura nacional (SANTOS *et al.*, 2022; OLIVEIRA *et al.*, 2021; SENA *et al.*, 2020; CAVALIN *et al.*, 2020) e internacional (SHAH *et al.*, 2021). Shah *et al.* (2021) ressaltam que os serviços de tratamento da TB na área urbana são mais bem organizados, a doença é melhor monitorada e as abordagens de vigilância baseadas na comunidade são mais eficazes. Ademais, esta realidade de predomínio na zona urbana destaca a disseminação da coinfeção TB/HIV por locais de maior fluxo de indivíduos e aglomerações urbanas.

No que se refere à geocodificação dos casos de coinfeção TB/HIV, o percentual de, aproximadamente, 91% dos casos, mostra-se taxa relevante e de sumo valor na realização das análises espaciais. Em estudos realizados no Brasil que trabalham com geocodificação em saúde e endereçamento da notificação de casos de TB e coinfeção TB/HIV, obtiveram taxas de geocodificação semelhante ao do estudo, variando de 82% a 98% de georreferenciamento de eventos para aplicação das análises propostas (SANTOS *et al.*, 2022; OLIVEIRA *et al.*, 2021; CAVALIN *et al.*, 2020; CAVALIN, 2018), constatando que a porcentagem obtida do trabalho está dentro da média em comparação a estudos realizados no território nacional.

A não possibilidade de geocodificar 100% dos casos pode ser explicada como prováveis fatores limitantes, não preenchimento do campo endereço, registros com endereços inexistentes ou incompatíveis com a base cartográfica, áreas de ocupação irregular, como favelas e assentamentos. É apropriado frisar que a qualidade das informações em saúde, além do acesso ao endereço correto da ocorrência do evento, é fundamental na determinação e identificação de áreas com maior prevalência dos casos de TB/HIV, bem como espaços que proporcionam condições favorável ao desenvolvimento, à transmissão e difusão das doenças (SANTOS, 2018).

Ao tratar da distribuição das taxas de prevalência da TB/HIV nos setores censitários, a prevalência variou de 0,00 a 7,00 casos/100 habitantes-ano, confirmando que a distribuição espacial dos casos ocorre de forma heterogênea, heterogeneidade também é vista em outros cenários na literatura brasileira (SANTOS *et al.*, 2022; CAVALIN *et al.*, 2020).

Nesse contexto, o uso da tecnologia de distribuição espacial dos casos de coinfeção TB/HIV, com destaque para distribuição heterogênea observada em Imperatriz, deve ser considerada como momento de investigação e vigilância, com posterior priorização de recursos a áreas de vulnerabilidade, colaborando com subsídios para vigilância epidemiológica na abertura de oportunidade para escolha

de estratégias e realização de intervenções específicas, de acordo com as necessidades da população (SANTOS, 2018).

Ao avaliar o mapa de distribuição das taxas de prevalência da coinfeção TB/HIV, no período de 2010 a 2019, que apresenta os setores censitários com número de casos/100 habitantes-ano, observam-se áreas que apresentam taxa de prevalência de até 7,00 casos/100 habitantes-ano, em destaque no leste da zona urbana, abaixo da encontrada em pesquisas no país e superior a outros (SANTOS *et al.*, 2022; CAVALIN *et al.*, 2022).

Enfatiza-se que ainda são identificados problemas na cobertura da realização da testagem anti-HIV em pacientes com TB no território nacional, tendo proporção de testagem não homogênea entre as Unidades Federais do país, variando de 62,4%, na Bahia, a 94,4%, no Acre (SANTOS *et al.*, 2022; CAVALIN, 2020;). Globalmente, a cobertura do teste de HIV em pessoas portadoras de TB permaneceu alta em 2021, em 76% (acima dos 73% em 2020). Ademais, regionalmente, a cobertura mais elevada no ano foi alcançada na Região Africana da OMS (89%) e na Região Europeia da OMS (94%) (WHO, 2022). O percentual da realização do teste no Brasil é de 76,3%, em Imperatriz, no período de estudo, a cobertura de testes foi de 52%, e 8,5% dos casos foram considerados coinfectados, o que sugere problemas operacionais, no tocante à realização da sorologia anti-HIV, refletindo panorama epidemiológico não fidedigno à real situação de saúde da população.

Ainda sobre a prevalência da coinfeção TB/HIV no cenário sob investigação, detectaram-se setores censitários urbanos que apresentaram taxas de 4,00 a 7,00 casos/100 habitantes, em setores censitários pertencentes aos bairros Bacuri, Nova Imperatriz, Centro, Parque Anhanguera, Vila Lobão e Vila Ipiranga, taxas acima das encontradas no território nacional, mesmo com a realização incipiente do teste anti-HIV em pacientes com TB (BRASIL, 2018; CAVALIN *et al.*, 2020).

A ausência de planejamento em Imperatriz na fase de crescimento urbano inicial é apontada como causadora de marcas inextinguíveis, aspectos notórios atualmente (SANTOS *et al.*, 2020b). Ainda segundo Santos *et al.* (2020b), a expansão da malha urbana da cidade não tem sido acompanhada de cuidados adequados por parte dos gestores públicos, não havendo o interesse por parte do poder público em orientar e disciplinar o crescimento urbano de Imperatriz. Essa expansão, sem planejamento prévio, acarretou aparecimento de territórios privados de serviços públicos essenciais.

Referente à análise de área, setores censitários pertencentes ao bairro Bacuri apresentaram maior número de casos notificados de coinfeção TB/HIV (8;13,0%), junto ao SINAN, no período estudado. Localizado na região sudeste, o bairro Bacuri é um dos mais antigos da cidade, grande parte da extensão é resultado de efluente residencial de forma desordenada. E, ainda, sofre com presença de áreas que servem apenas como receptor de resíduos lançados pelos habitantes locais, e problemas provocados por enchentes, em consequência do transbordamento do Riacho Bacuri, como as que normalmente ocorrem nos períodos de chuva, favorecendo a proliferação de doenças (SANTOS *et al.*, 2020a; SANTOS *et al.*, 2020b).

Os setores censitários pertencentes aos bairros Centro e Nova Imperatriz apresentam o segundo maior número de coinfeção TB/HIV (5; 8,3%), apesar de apresentarem melhores condições de vida. Estudo epidemiológico da coinfeção TB/HIV realizado em São Paulo, também, destacou a região central – centro – com alta concentração de casos (CAVALIN, 2020). No entanto, os bairros que apresentam maiores números de casos podem ter outros fatores determinantes, dentre eles, a subnotificação dos casos em bairros periféricos da cidade e maior captação na região central (CAVALIN *et al.*, 2020).

Assim como o bairro Bacuri, os setores censitários do Parque Anhanguera que apresenta o terceiro maior registro de coinfeção TB/HIV (4; 6,4%), têm problemas com acúmulo de lixo. Nos períodos de chuvas, os riachos Cacau e Capivara que cortam o bairro, transbordam e inundam casas, expondo as famílias a riscos de saúde (SANTOS *et al.*, 2022; SANTOS *et al.*, 2020a).

Por meio do estimador de intensidade de Kernel, foi possível obter, por intermédio de mapas, as localidades com mais casos e logo mais sujeitas à ocorrência de coinfeção TB/HIV por km², indicando espacialmente as chamadas “áreas quentes”, evidenciando desigualdades de eventos, no caso coinfectados por TB/HIV, em diferentes setores censitários, sobretudo em regiões mais centralizadas,

com maior tempo de ocupação e historicamente marcadas por baixos índices socioeconômicos e grandes aglomerados populacionais.

As áreas com maior densidade de coinfeção TB/HIV por km² foram encontradas em setores censitários pertencentes aos bairros Bacuri, Nova Imperatriz, Centro, Parque Anhanguera, Vila Lobão, Vila Ipiranga, Parque Amazonas, Vila Redenção I e Santa Rita, sendo estas áreas historicamente construídas a partir de assentamentos irregulares, “invasões”, com precárias condições de habitação, sem rede de esgoto, sobretudo com destaque para aglomeração urbana (SANTOS *et al.*, 2020a; SANTOS *et al.*, 2020b).

Destaca-se que a maior concentração de pessoas favorece a circulação do bacilo causador da TB (SANTOS *et al.*, 2022). Imperatriz apresenta diversas áreas dedicadas ao comércio varejista representado pelas feiras/mercados livres nos bairros Centro, Mercadinho, Bacuri, Nova Imperatriz e Vila Lobão, onde estão concentrados o maior número de casos, além de ser espaços favoráveis a terem maiores taxas de coinfeção TB/HIV pela maior concentração populacional, e fluxo intenso de pessoas vindo de diversas localidades (SILVA, 2021).

O crescimento desordenado e irregular da cidade deu origem a diversos bairros, como Santa Rita, e as ocupações no bairro Vila Lobão que se estendeu para a Vila Redenção. No sentido leste, em contiguidade com a Vila Nova, grande contingente populacional ocupou as áreas onde, atualmente, encontram-se a Vila Cafeteira, e apresentam problemas de infraestrutura (SANTOS *et al.*, 2020b; OLIVEIRA *et al.*, 2020), resultando em espaço urbano fragmentado e vulnerável, configurados por marcantes desigualdades socioespaciais, destituído de cuidados por parte da gestão e dos serviços de saúde (OLIVEIRA *et al.*, 2020).

Setores censitários pertencentes ao bairro Vila Nova que apresentaram apenas 1,6% dos casos de coinfeção TB/HIV nos anos sob análise, podem ser resultado da subnotificação dos casos, e menor capitação em regiões periféricas (SANTOS *et al.*, 2022).

É importante ressaltar ainda que os dados apresentados nesta investigação relativos à coinfeção TB/HIV se referem ao período anterior à pandemia da Covid-19, que teve impacto significativo na coleta de dados relacionados à TB, afetando vários aspectos da vigilância da doença, sobretudo, exigindo realocação de recursos e profissionais de saúde, restrições logísticas, sobrecarga nos sistemas de saúde e aumento do medo e estigma em relação a doenças respiratórias (BRASIL, 2023). Estudos adicionais, em períodos pandêmico e pós-pandêmico, são essenciais para o entendimento do impacto ocasionado pela Covid-19 sobre a coinfeção em tela.

Como limitações desta investigação, cita-se, inicialmente, a possibilidade de subnotificação de casos, por terem sido utilizados dados secundários. Deste modo, aponta-se a necessidade de capacitação permanente dos profissionais envolvidos, tanto na assistência como na notificação para melhoria dos registros. Destaca-se que para agravos de notificação compulsória, em destaque a TB e o HIV, urge utilizar as bases de dados do SINAN TB e AIDS e a relação existente entre as bases para avaliar a distribuição da coinfeção TB/HIV, sendo ferramenta adequada para a vigilância e o monitoramento da coinfeção, uma vez que a subnotificação dos casos constitui agente limitante da mensuração da coinfeção estudada (SANTOS *et al.*, 2022; OLIVEIRA *et al.*, 2021). Outra limitação clássica inerente aos estudos ecológicos evidenciada é a chamada falácia ecológica, que ocorre quando conclusões sobre indivíduos são tiradas usando dados de grupos e não é possível validá-las (ROUQUAYROL; SILVA, 2018).

CONCLUSÕES

Em Imperatriz-MA, com o auxílio dos mapas temáticos, observou-se que a distribuição dos casos de coinfeção TB/HIV ocorreu de forma heterogênea, não aleatória, com destaque aos setores censitários com as maiores taxas de infectados, pertencentes aos bairros Bacuri, Centro, Nova Imperatriz, Parque Anhanguera e Vila Lobão. Os achados destacam, ainda, taxas de prevalência da coinfeção elevada na região leste dos setores censitários urbanos e sugerem existência de dependência da coinfeção associada às desigualdades socioespaciais.

O presente estudo destaca a utilização da análise de área e de *Kernel* enquanto análise da distribuição espacial, reforçando a representação do espaço geográfico como fator determinante de saúde e ferramenta tecnológica. Os resultados apresentados servirão como subsídio para gestores, na busca por melhoria das condições de vida e redução das iniquidades sociais, por meio do planejamento, do monitoramento e da avaliação das ações de saúde.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão (FAPEMA), e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) — Finance Code 001.

REFERÊNCIAS

- ABI-ACKEL, A. M., *et al.* Avaliação dos riscos, mortalidade e qualidade de vida em pacientes com coinfeção Tuberculose/HIV. **Braz. J. Hea. Rev.**, v. 3, n. 4, p. 10802-10813, 2020. <https://doi.org/10.34119/bjhrv3n4-338>
- ANDRADE, F. R. **Ocorrência da dengue em Santana de Parnaíba e relação com medidas de controle**. 2012. 40f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Saúde Pública) – Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2012.
- BRASIL. Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente. Ministério da Saúde. Gabinete do Ministro. **Boletim Epidemiológico de Tuberculose 2023**. Brasília, 2023.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. **Panorama Epidemiológico da tuberculose no Brasil: Diagnóstico situacional a partir de indicadores epidemiológicos e operacionais**. Brasília - DF: Ministério da Saúde, 2018.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Boletim Epidemiológico HIV/Aids 2016**. Volume 48 N° 01, ISSN 2358, 2017b.
- CÂMARA, G., *et al.* **Análise espacial de áreas**. In: Análise espacial de dados geográficos. Planaltina: EMBRAPA, 2004.
- CAMARA, G.; CARVALHO, M. S. **Análise Espacial de Eventos**. 2002.
- CAVALIN, R. F., *et al.* **Coinfeção TB/HIV: análise espacial e temporal no município de São Paulo**. 2018. 129f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2018.
- CAVALIN, R.F.; *et al.* TB-HIV co-infection: spatial and temporal distribution in the largest Brazilian metropolis. **Rev Saude Publica**. 54:112, 2020. <https://doi.org/10.11606/s1518-8787.2020054002108>
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Portal Cidades. Rio de Janeiro: IBGE, 2021a. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ma/imperatriz/panorama>. Acesso em: 10/01/2023.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Portal Mapas. Rio de Janeiro: IBGE, 2021b. Disponível em: https://geoftp.ibge.gov.br/cartas_e_mapas/mapas_municipais/colecao_de_mapas_municipais/2020/MA/imperatriz/2105302_MM.pdf. Acesso em: 10/01/2023.
- IBIAPINA, É.; BERNARDES. O mapa da saúde e o regime de visibilidade contemporâneo. **Saúde e Sociedade [online]**, v.28, n. 1, p. 322-336, 2019. <https://doi.org/10.1590/s0104-12902019170982>
- MATSUMOTO, P.S.S.; FLORES, E.F. Estatística espacial na geografia: um estudo dos acidentes de trânsito em Presidente Prudente – SP. **GeoAtos – Revista geografia em Atos**, v. 1, n. 12, 95–113, 2012. <https://doi.org/10.12702/III-SGEA-a03>

- OLIVEIRA, D. N. *et al.* Coinfeção Tuberculose - HIV: Análise Espacial e Perfil Epidemiológico no Rio Grande do Norte. **Mundo da Saúde**, v.45, p. 481-492, 2021. <https://doi.org/10.15343/0104-7809.202145481492>
- OLIVEIRA, H.M., *et al.* A produção do espaço urbano verticalizado: considerações sobre a dinâmica socioespacial de Imperatriz/MA. **Espaço & Geografia**, v. 23, n. 1, p. 81-113, 2020.
- ROUQUAYROL M.Z.; SILVA, M. G. **Rouquayrol epidemiologia & saúde**. 8. ed. Rio de Janeiro: MedBook; 2018. 752 p.
- SANTOS, D.T., *et al.* Is there association between human development index and tuberculosis mortality risk? Evidence from a spatial analysis study in the south of Brazil. **Epidemiol Infect**, v. 146, n. 14, p. 1.763-1.770, 2018. <https://doi.org/10.1017/S0950268818001929>
- SANTOS JÚNIOR, C. J., *et al.* Aspectos clínicos e epidemiológicos da tuberculose em pacientes com HIV/aids. **Medicina (Ribeirão Preto)**, v. 52, n. 3, p. 231-238, 2019. <https://doi.org/10.11606/issn.2176-7262.v52i3p231-238>
- SANTOS, L.F.S; *et al.* Tuberculosis/HIV co-infection in Northeastern Brazil: Prevalence trends, spatial distribution, and associated factors. **J Infect Dev Ctries**, v. 16, n.9, p. 1490-1499, 2022. <https://doi.org/10.3855/jidc.16570>
- SANTOS, R. L., *et al.* Mapeamento dos vetores de expansão e crescimento urbano na cidade de Imperatriz-MA. **Revista Espaço e Geografia**, v. 23, p. 209-234, 2020a.
- SANTOS R. L., *et al.* Qualidade ambiental no município de Imperatriz-MA: uma análise multicritério de indicadores intraurbanos. **Caminhos de Geografia**, v. 21, n.78, p. 1-20, 2020b. <https://doi.org/10.14393/RCG217850883>
- SANTOS, V. B. **Análise espacial dos óbitos por tuberculose no estado do Maranhão**. Dissertação (Mestrado em Saúde Coletiva) – Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva da Universidade Federal do Maranhão. São Luís-MA. 2018.
- SILVA, L.R. **Comércio e Serviços em Cidades Médias: a centralidade urbana de Imperatriz (MA)**. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal do Tocantins. Porto Nacional – TO, 2021.
- WHO. World Health Organization. Global Tuberculosis reports 2019. Genebra: OMS; 2019.
- WHO. World Health Organization. Global Tuberculosis reports 2022. Genebra: OMS; 2022.
- WHO. World Health Organization. Who guidelines on tuberculosis infection prevention and control, 2019 update. Geneve: WHO; 2019.