

Estado da publicação: O preprint foi publicado em um periódico como um artigo
DOI do artigo publicado: <https://doi.org/10.1590/1980-549720210021.supl.1>

Análise Espacial da Tuberculose e sua Relação com Indicadores Socioeconômicos em um Município de Médio Porte em Minas Gerais

Thamiris Vilela Pereira, Mário Círio Nogueira, Estela Márcia Saraiva Campos

<https://doi.org/10.1590/1980-549720210021.supl.1>

Submetido em: 2020-12-14

Postado em: 2020-12-14 (versão 1)

(AAAA-MM-DD)

**DOI: 10.1590/1980-549720210021.supl.1
e210021.supl.1**

Artigo original

**Análise Espacial da Tuberculose e sua Relação com Indicadores Socioeconômicos
em um Município de Médio Porte em Minas Gerais**

*Spatial Analysis of Tuberculosis and its Relationship with Socioeconomic Indicators in a
Medium-sized City in Minas Gerais*

Título abreviado: Análise Espacial da Tuberculose em um Município de Minas Gerais

1. Thamiris Vilela Pereira, Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva, Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF)- Juiz de Fora (MG), Brasil. ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-4009-9936>. E-mail: lelaalp@gmail.com.

2. Mário Círio Nogueira; Departamento de Saúde Coletiva da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) - Juiz de Fora (MG), Brasil. ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0001-9688-4557>. Email: mario.cirio.nogueira@gmail.com.

3. Estela Márcia Saraiva Campos; Departamento de Saúde Coletiva da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) – Juiz de Fora (MG), Brasil. ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-3569-9785>. E-mail: estela.marcia.campos@gmail.com

Autor correspondente: Thamiris Vilela Pereira. NATES – Núcleo de Assessoria, Treinamento e Estudos em Saúde. Campus Universitário, Cidade Universitária – Juiz de Fora. CEP 36.036-900 – Minas Gerais. e-mail: lelaalp@gmail.com

Conflito de interesses: os autores informam a inexistência de qualquer tipo de conflito de interesses.

Financiamento: Esse estudo contou com o financiamento da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG, Edital 007/2017 - Programa de Pesquisa para o SUS – PPSUS, CDS - APQ-03868-17

Aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Juiz de Fora (parecer nº 3.355.781).

Contribuição dos autores: Thamiris Vilela Pereira contribuiu na concepção conceitual/metodológica do trabalho, análises estatística e espacial e redigiu o manuscrito. Mário Círio Nogueira contribuiu na concepção conceitual/ metodológica do trabalho, análises estatística e espacial e redação do manuscrito. Estela Márcia Saraiva Campos contribuiu na concepção conceitual/ metodológica do trabalho e redação do manuscrito.

RESUMO

Objetivo: Analisar o padrão espacial da tuberculose e sua relação com indicadores socioeconômicos, entre 2008 e 2015, em um município considerado prioritário para o controle da tuberculose pelo Programa Nacional de Controle da Tuberculose, Juiz de Fora, Minas Gerais. **Métodos:** Estudo ecológico no qual as unidades de análise foram as 81 regiões urbanas de Juiz de Fora. Foram usados dados secundários, a partir do banco de dados de notificação do Sistema de Informação de Agravos de Notificação e dados do Censo Demográfico de 2010. Foram georreferenciadas 1854 notificações e elaborados mapas temáticos para verificar o padrão da distribuição da taxa média de incidência de tuberculose e de indicadores socioeconômicos no município. Foram estimadas medidas de autocorrelação espacial global (coeficiente I de Moran) e local (Indicador Local de Associação Espacial) e modelo de regressão linear múltipla para verificar a relação entre a Taxa média de incidência de tuberculose e os indicadores socioeconômicos. **Resultados:** A Taxa média de incidência de tuberculose foi de 48,3 casos/100 mil habitantes/ano. As regiões urbanas correspondentes às regiões centrais do município tiveram taxas mais baixas, com aumento progressivo em direção às regiões urbanas representativas dos bairros mais periféricos. Todas as variáveis estudadas apresentaram autocorrelação espacial significativa. O modelo de regressão mostrou associação entre a Taxa média de incidência de tuberculose e Proporção de Pobres, Densidade Intradomiciliar e Índice de Envelhecimento. **Conclusões:** A dinâmica da transmissão da tuberculose em Juiz de Fora pode ser explicada pela manutenção da desigualdade social e pelo processo de organização do espaço urbano.

Palavras-chave: Tuberculose. Análise espacial. Condições sociais. Área urbana.

ABSTRACT

Objective: To analyze tuberculosis spatial pattern and its relationship with socioeconomic indicators, from 2008 to 2015, in a priority city for tuberculosis control by the National Tuberculosis Control Program, Juiz de Fora, Minas Gerais. **Methods:** Ecological study which units of analysis were 81 urban regions of Juiz de Fora. Secondary data from Notifiable Diseases Information System and 2010 Demographic Census were used. Georeferenced data from 1854 notifications were used to elaborate thematic maps in order to verify the distribution pattern of average tuberculosis rates and socioeconomic indicators within the city. Global spatial autocorrelation (Moran's I) and local (Local Indicator of Spatial Association) and multiple linear regression model were estimated to analyze the relationship between the average tuberculosis incidence rate and socioeconomic indicators. **Results:** The average tuberculosis incidence rate was 48.3 cases / 100 thousand inhabitants / year. It was found that the urban regions corresponding to central regions of the city had lower rates with a progressive increase towards the urban regions representative of the most peripheral neighborhoods. All variables showed significant spatial autocorrelation. The regression model showed an association between the average tuberculosis incidence rate and the proportion of poor, home density and aging index. **Conclusions:** The dynamics of tuberculosis transmission in Juiz de Fora may be explained by the maintenance of social inequality and urban space organization process.

Keywords: Tuberculosis. Spatial analysis. Social conditions. Urban area.

INTRODUÇÃO

A tuberculose (TB) persiste como importante e desafiador problema no âmbito da saúde pública. É resultante de iniquidades sociais em saúde e contribui para a manutenção do quadro de desigualdade e exclusão social em diversos países. É uma das enfermidades mais prevalentes entre as pessoas em situação de pobreza no mundo com elevada carga em termos de mortalidade, juntamente com o Vírus da Imunodeficiência Humana (HIV) e a malária¹.

O Brasil está entre os 30 países de alta carga para TB e TB-HIV (tuberculose associada ao estado de portador do HIV) considerados prioritários pela Organização Mundial da Saúde para o controle da doença. Nos últimos dez anos, foram diagnosticados, em média, 71000 novos casos de TB por ano no país¹.

Doença de manifestação multicausal sendo dependente das características inerentes ao micro-organismo, à resposta imune do hospedeiro e das condições ao longo da vida a que os indivíduos estão expostos². A marcante influência das condições de vida no adoecimento por TB é bem conhecida; fatores demográficos, sociais e econômicos como desigualdade de renda, moradias precárias, superlotação, insegurança alimentar, baixa escolaridade e barreiras de acesso aos serviços saúde contribuem na manutenção e propagação da doença^{1,3,4}.

De acordo com a Secretaria Nacional de Vigilância em Saúde⁵, no ano de 2017, o Estado de Minas Gerais alcançou o menor CI (16,9/100 mil hab.) da região Sudeste (37,7 casos/100 mil hab.), neste mesmo ano, entretanto, alguns de seus municípios registraram CI superiores ao da região onde se localizam. O município de estudo, Juiz de Fora, apesar de pertencer ao grupo de cidades com alto Índice de Desenvolvimento Humano (IDH=0,778)⁶, em 2017, apresentou o maior CI (45,1 casos/100 mil hab.) de

TB de Minas Gerais, sendo considerado prioritário para o controle da TB pelo Programa Nacional de Controle da Tuberculose (PNCT)^{6,7,8}.

De acordo com Barcellos *et al.*⁹, a situação de saúde é resultado da relação de grupos sociais com seu território visto que a localização espacial gera diferença de acesso aos recursos e oportunidades de vida. A ocorrência da TB se relaciona com a organização do espaço urbano, dessa forma, a incorporação da dimensão espacial nas análises da doença pode extrair significados adicionais para a compreensão deste agravo^{10,11}.

A aplicação de instrumentos de análise espacial em pequenas áreas permite não apenas localizar onde o agravo acontece, mas compreender a dinâmica de ocorrência do processo saúde-doença e, dessa forma, contribuir para o planejamento de políticas públicas locais e para a redução das iniquidades.

Angelo¹² analisou o processo de produção do espaço urbano do município de Juiz de Fora, no período de 1997 a 2005, por meio de um conjunto de indicadores sociais e econômicos, cuja escala de análise foram as Regiões Urbanas. Apontou a presença de dois indicadores importantes para o processo de transmissão da TB: densidade de pobres e coinfeção pelo HIV. Dada a possibilidade de mudanças da qualidade de vida e de transformações territoriais em um período de cerca de dez anos, é importante avaliar se a distribuição da TB no espaço urbano foi modificada.

Neste contexto, o presente estudo buscou analisar o padrão espacial da TB e sua relação com indicadores socioeconômicos, no período de 2008 a 2015, no município de Juiz de Fora, Minas Gerais.

MÉTODOS

Estudo ecológico, de abrangência municipal, no qual as unidades de análise foram as 81 Regiões Urbanas (RU) distribuídas em 7 Regiões Administrativas (RA) (Figura 1) de um município de médio porte, Juiz de Fora, localizado no sudeste do estado de Minas Gerais^{13,14}, com uma população estimada em 2019 de 568.873 habitantes⁶.

De acordo com o Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil¹⁵, o município apresenta grande desigualdade social, expressa no Índice de Gini de 0,56, sendo que, no ano de 2010, 0,88% da população era extremamente pobre, 5,48% pobre e 17,73% vulnerável à pobreza.

Com relação aos indicadores de saneamento, no ano de 2017, 96,38% dos domicílios dispunham de abastecimento de água e 95,25% dispunham de acesso à rede de esgotamento sanitário¹⁵.

Foram utilizados dados secundários de notificações de TB (CID10 códigos A15-A19) do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN) cedidos pelo Departamento de Epidemiologia da Secretaria de Saúde do município, referente ao período de 2008 a 2015.

Foram obtidos dados de 2227 notificações, entretanto, 230 correspondiam a pacientes oriundos de cidades vizinhas e foram excluídos do montante. Para o georreferenciamento, foram utilizados dados de 1923 pacientes, visto que 74 notificações foram excluídas pois estavam com endereços incompletos. Desses 1923 pacientes, o endereço de residência de 1583 foram georreferenciados com o auxílio do *software* R versão 3.2.2 (Pacote ggmap/função geocode) e 340 foram georreferenciados diretamente no *Google Maps*, por falha na função geocode em encontrar o endereço. As

notificações foram georreferenciadas pelo endereço completo; caso não fosse possível, o centroide do bairro foi utilizado. Dessa forma, 28 endereços foram georreferenciados pelo bairro.

Após o georreferenciamento, 69 notificações foram excluídas por pertencerem à zona rural, visto que a unidade de análise são as RU do município. Tal exclusão se justifica, pois, a ocorrência da TB tem sido historicamente relacionada à organização espacial das cidades¹¹. Assim, 1854 notificações foram mapeadas.

Os dados socioeconômicos foram retirados do Censo Demográfico de 2010 e serviram de base para construir os indicadores utilizados nas análises dos dados por RU.

Os indicadores do presente estudo (Quadro 1) foram escolhidos e calculados com base naqueles utilizados por outros autores para buscar uma associação com o processo de transmissão da TB e de forma a contemplar as dimensões de renda, escolaridade, raça/cor, condições de habitação e idade: Índice de Vulnerabilidade da Saúde (IVS), Proporção de Pobres (PP), Densidade Intradomiciliar (DI), Razão de Dependência (RD) e Índice de Envelhecimento (IE).

O IVS é uma combinação de variáveis socioeconômicas em um indicador síntese, criado pela Secretaria Municipal de Saúde de Belo Horizonte para apontar áreas prioritárias para intervenção e alocação de recursos. É composto por oito variáveis com diferentes pesos e distribuídas em duas dimensões: saneamento (peso 0,396) e socioeconômica (peso 0,604). Seu valor varia de 0 (menor vulnerabilidade) a 1 (maior vulnerabilidade)¹⁶.

Para conhecer a situação socioeconômica das RU de Juiz de Fora foram calculados todos os indicadores supracitados e as Taxas médias de incidência de tuberculose (TI_m) para cada RU. As TI_m foram calculadas como a razão do número

médio de casos notificados por regiões urbanas no período de 2008 a 2015 e a população de cada região urbana no ano de 2010, multiplicado por 100.000.

Quando são utilizados dados de pequenas áreas tem-se uma maior instabilidade dos dados, por tratar-se de populações menores, com números baixos de eventos. Para a redução da flutuação aleatória das taxas de incidência foi empregado o estimador bayesiano empírico local, que foi calculado ponderando as taxas de incidência de cada região usando as observações das áreas vizinhas, gerando taxas suavizadas^{17,18}. A matriz de vizinhança utilizada foi por contiguidade. Nas análises que se seguiram optou-se por utilizar este estimador das TI_m , por se considerar que são estimativas mais próximas da realidade.

Foram elaborados mapas temáticos da distribuição da Taxa média de incidência de TB (TI_m) no município e dos indicadores estudados. A divisão de classes foi feita por quintis. As três áreas em branco nos mapas correspondem a regiões sem população residente, sendo, o campus da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) e duas áreas de reserva florestal. Também foi construída a matriz de correlação de *Pearson* para verificar a associação entre as variáveis.

A presença de dependência espacial foi avaliada através do cálculo do coeficiente I de Moran, que mede a correlação entre vizinhos de primeira ordem^{18,19}.

Foi utilizado o Indicador Local de Associação Espacial (LISA – *Local Indicator of Spatial Association*) baseado na matriz de vizinhança gerada com os vizinhos de primeira ordem. Esse indicador possibilita a identificação de padrões significativos de associação espacial, ou seja, áreas com dinâmica espacial própria (aglomerados), onde a dependência espacial é ainda mais pronunciada¹⁹.

A regressão linear foi utilizada para avaliar a correlação entre a variável dependente (TI_m) e as variáveis independentes (indicadores). Buscou-se por variáveis

que descrevessem melhor a ocorrência da doença com correlação estatisticamente significativa a 5% utilizando-se o método de regressão *Stepwise*²⁰.

A qualidade de ajuste do modelo foi verificada por análise de seus resíduos. Como a existência de dependência espacial no modelo poderia invalidá-lo, foi calculado o Índice de Moran Global I para os resíduos do modelo de regressão linear obtido²¹.

As análises estatísticas e o mapeamento dos dados foram realizados nos softwares *QGIS Desktop 2.18.4* e *R* versão 3.2.2.

RESULTADOS

A TI_m de TB no município de Juiz de Fora, no período de 2008 a 2015, foi de 48,3 casos/100 mil habitantes/ano.

Ao observar a Figura 2, verifica-se que o padrão da distribuição espacial da TB no município de Juiz de Fora foi heterogêneo. As Regiões Urbanas (RU) correspondentes à Região Administrativa Central do município tiveram TI_m mais baixas, com aumento progressivo em direção àquelas representativas dos bairros mais periféricos. As menores TI_m predominaram na Região Administrativa Central, sendo que uma RU (75,7/100 mil hab.) destoa das demais RU centrais, ao apresentar TI_m superior. Já as maiores TI_m foram encontradas nas RU correspondentes às Regiões Administrativas Sudeste, Leste e Sul.

Os mapas temáticos dos indicadores apresentaram semelhanças com a TI_m na sua distribuição espacial, com valores maiores nas RU mais periféricas, indicando que regiões com piores condições de vidas podem estar associadas a taxas mais altas de TB. O indicador Índice de Envelhecimento apresentou padrão de distribuição inverso quando comparado aos outros indicadores, com maiores valores nas RU mais centrais, evidenciando a concentração da população idosa nesse local.

As RU de maior proporção de pobres localizaram-se, majoritariamente, nas Regiões Administrativas Leste, Sudeste, Sul e Norte. Já as RU de menor proporção de pobres foram aquelas localizadas nas Regiões Administrativas Nordeste, Central e Oeste.

Com o resultado da matriz de correlação de *Pearson*, observou-se que todas as variáveis independentes estudadas apresentaram correlação entre si e com a variável dependente.

A autocorrelação espacial à nível de RU da variável dependente (TI_m) pôde ser observada através do coeficiente I de Moran positivo e estatisticamente significativo ($I=0,24$, $p=0,000$).

Na Figura 3 é possível identificar dois aglomerados de RU correspondentes a regiões de alta incidência de TB (high-high) e, portanto, de maior risco, localizados nas Regiões Administrativas Leste e Sudeste do município. Já o aglomerado contendo regiões de baixa incidência de TB (low-low) e menor risco faz parte das Regiões Administrativas Central e Oeste.

Todas as variáveis independentes tiveram relação com o desfecho no modelo linear simples. A Tabela 1 resume os resultados do modelo de regressão linear múltipla cujo ajuste se mostrou adequado.

O coeficiente de determinação desse modelo foi $R^2= 0,35$, ou seja, 35% da variação da TI_m pode ser explicada por esses três indicadores em conjunto. Observa-se que a cada aumento de 1% na Proporção de Pobres associa-se a um aumento na taxa de incidência de TB de 0,8 casos/100 mil hab; a cada aumento de 1 habitante por domicílio associa-se a um aumento na taxa de incidência de TB de 25 casos/100 mil hab. e que a cada aumento de 1% no Índice de Envelhecimento associa-se a um aumento na taxa de incidência de TB de 0,2 casos/100 mil hab.

Os pressupostos de homocedasticidade, linearidade e distribuição normal dos resíduos foram atendidos (análise não apresentada). Ainda, o valor do Índice de Moran Global I foi 0,042 com $p=0,367$, portanto, verifica-se a ausência de dependência

espacial no modelo obtido, não sendo necessário o uso de modelos de regressão espacial.

DISCUSSÃO

Este estudo evidenciou que a distribuição de casos de TB no município de Juiz de Fora não é uniforme. A análise dos mapas temáticos e do LISA permitiu a visualização de locais de alta incidência da doença que coincidem com áreas de concentração de pobreza e de piores condições de vida.

Vicentin, Santo e Carvalho²² legitimam o estudo da associação entre indicadores sociais e biológicos no desenvolvimento de TB assim como a quantificação da força dessas associações mediante procedimentos estatísticos. A análise visual dos mapas foi confirmada pelo modelo de regressão linear múltipla, o qual explicou 35% da variação das taxas de incidência de TB.

Alguns estudos também mostraram a associação entre a transmissão da TB e a Densidade Intradomiciliar^{21,23}. Este indicador tem grande sensibilidade para apontar áreas de maior risco de ocorrência de TB pois ambientes intradomiciliares mais concentrados e menos arejados põem em contato estreito as pessoas que os habitam, favorecendo a veiculação de doenças de transmissão aérea, como a TB.

O indicador Proporção de Pobres também apresentou poder explicativo para a incidência de TB no modelo. Segundo Angelo¹², esse resultado é esperado visto que a variável renda é uma das definidoras de segregação socioespacial em cidades capitalistas. As RU de maior proporção de pobres localizaram-se principalmente nas

Regiões Administrativas Leste, Sudeste, Sul e Norte. Esses resultados se assemelham ao encontrado por Angelo¹², contudo, pode ser observado notável aumento nos índices, sinalizando o aumento dos domicílios cuja renda é de até 2 salários mínimos no município e o empobrecimento da população.

O Índice de Envelhecimento também se mostrou associado à incidência de TB. Ao analisar o mapa temático parece ser contraditória essa relação visto que a população mais idosa tende a se concentrar na Região Administrativa Central e a TB nas Regiões Administrativas Leste e Sudeste. Todavia, alguns estudos^{24,25} sugerem o deslocamento da doença para pessoas idosas, provavelmente, devido ao envelhecimento populacional e maior vulnerabilidade à doença.

Com relação às Taxas médias de incidência de TB (48,3/100 mil hab./ano), comparadas ao período de 1997-2005 (55,2/100 mil hab./ano)¹² verifica-se uma ligeira redução. As RU localizadas nas Regiões Administrativas Leste e Sudeste permaneceram como áreas de maiores taxas de incidência de TB, com expressivo aumento desse indicador nas áreas consideradas de maior risco. Uma dessas RU, que no período anterior apresentou TI_m de 93,7/100mil hab., no presente estudo, foi observado um aumento de cerca de 65% (154,4/100 mil hab.). Também é possível constatar que as menores TI_m persistiram na Região Administrativa Central. Nessa região, há uma RU que destoa das demais, apresentando a maior TI_m (75,7/100 mil hab.). Esta corresponde a um bolsão de periferia social, sendo constituído, principalmente, por aglomerados subnormais e população em piores condições de vida.

Estudo conduzido em Salvador sugere que a redução da incidência de TB em 37,1% pode ser decorrente, além da melhoria nas condições de vida e impacto das ações do Programa de Controle da Tuberculose, da dificuldade de georreferenciamento nas áreas mais vulneráveis²⁶.

O modelo de regressão encontrado explicou parte da variação da taxa de incidência de TB. Contudo, Valente e colaboradores¹¹ ressaltam que essa relação não se estabelece de forma direta e linear, já que o adoecimento por TB envolve processos biológicos e sociais de diferentes níveis de organização. No nível individual, não contemplado neste estudo, estão associadas variáveis biológicas e comportamentais como sexo, idade, comorbidades, sendo o HIV a mais importante delas, uso de álcool e drogas e estado nutricional³. No nível coletivo, a ocorrência da enfermidade perpassa pela compreensão das particularidades do espaço urbano que propiciaram as condições de receptividade para a transmissão da TB^{11,12}.

Por ser uma cidade polo regional, especialmente nas áreas de educação e saúde, Juiz de Fora atrai pessoas que migram em busca de melhor acesso aos equipamentos urbanos e ao mercado de trabalho²⁷. Muitos dos imigrantes que buscam melhor qualidade de vida e oportunidades acabam por não encontrá-las e compõem o circuito inferior da economia submetendo-se ao emprego informal e as moradias em periferias e aglomerados subnormais¹².

A regiões com maiores taxas de incidência média de TB no município foram aquelas onde o processo de ocupação do espaço urbano do município se iniciou. Desde sua origem, são áreas marcadas pela falta de infraestrutura²⁸, sendo moradia de população de baixa renda, não inserida no mercado formal de trabalho, sem proteção social e com elevadas cargas de trabalho, o que as torna mais vulneráveis ao adoecimento por TB^{12,29}.

Nos últimos anos, percebe-se a configuração de um processo de modernização da cidade que não atinge todos os lugares ao mesmo tempo e nem com a mesma intensidade, que segue os interesses do capital e não das necessidades da população que ali vive, deixando sem soluções os graves problemas sociais de determinada parcela da

população e reproduzindo a desigualdade já manifestada^{30,31}. Isso contribui para um maior isolamento e segregação espacial da população vulnerável que além de estar mais exposta às condições como aglomerações, pouca ventilação, má alimentação, más condições de trabalho, ainda são excluídas do planejamento urbano com relação ao acesso aos equipamentos urbanos, serviços de saúde, lazer, oferta de habitação e provisão de infraestrutura. No presente estudo, observou-se o aumento expressivo das TI_m de TB e piora dos indicadores sociais especificamente nos locais de maior risco, reflexo do processo de exclusão desses indivíduos.

O Programa Nacional de Controle da Tuberculose reitera a importância do desenvolvimento de ações intersetoriais, de cunho estrutural, como forma de ampliar o acesso à saúde e aos direitos sociais, especialmente entre grupos em situação de vulnerabilidade¹. Também orienta a descentralização das medidas de controle da TB para a Atenção Primária à Saúde (APS) visando à integração ao Programa de Agentes Comunitários de Saúde (PACS) e a Estratégia de Saúde da Família (ESF), que vinculam os profissionais a um território adscrito¹.

Ao discutirmos a relação da TB com o processo de desenvolvimento do espaço urbano de Juiz de Fora podemos inferir que há priorização das ações voltadas ao diagnóstico e tratamento dos doentes em detrimento de mudanças estruturais locais que reduzam as condições de receptividade para a transmissão da doença. Portanto, há que refletir acerca da articulação necessária do Programa Municipal de Controle da Tuberculose com outros setores públicos municipais responsáveis pela elaboração e implementação de políticas que atuam nos determinantes do adoecimento.

As limitações deste estudo estão relacionadas ao uso de dados secundários, estando sujeito a subnotificação e 4% de endereços incompletos que não permitiram o georreferenciamento. Tendo em vista a perda mínima dos dados, provavelmente, não

houve impacto significativo nos resultados. Ainda, por se tratar de um estudo ecológico, não se dispõe de variáveis de nível individual como fatores comportamentais e biológicos que também estão relacionados à incidência de TB.

Conclui-se que o processo de transmissão da TB no município sofre influência do desenvolvimento histórico e social do espaço além das condições biológicas. As técnicas de análise espacial utilizadas neste estudo identificam as regiões mais vulneráveis e mais expostas ao risco de transmissão da doença.

Assim, é prioritário o planejamento de ações que levem em conta as especificidades dos territórios intraurbanos e que promovam mudanças no contexto de vida das pessoas como o estímulo ao desenvolvimento socioeconômico de regiões mais periféricas com estruturação dos assentamentos urbanos, melhoria do sistema viário, provisão de infraestrutura básica e acesso aos equipamentos urbanos de saúde e educação. Ainda, é fundamental intensificar as ações programáticas de rastreamento de TB pelas equipes da ESF nas áreas de maior incidência.

REFERÊNCIAS

1. Brasil. Ministério da Saúde. Manual de Recomendações para o Controle da Tuberculose no Brasil. Brasília: Ministério da Saúde; 2019.
2. Maciel EL, Reis-Santos B. Determinants of tuberculosis in Brazil: from conceptual framework to practical application. *Rev Panam Salud Publica* 2015; 38: 1.
3. Hargreaves JR, Boccia D, Evans, Adato M, Petticrew M, Porter JDH. The Social Determinants of Tuberculosis: From Evidence to Action. *Am J Public Health* 2011; 101: 4. <https://doi.org/10.2105/AJPH.2010.199505>
4. Baldan SS. Determinantes Sociais de Saúde Relacionados à Epidemiologia da Tuberculose: Subsídios para Reorientar os Serviços de Saúde [tese de doutorado]. Franca: Universidade de Franca; 2017.
5. Brasil. Ministério da Saúde. Boletim Epidemiológico 11 - Implantação do Plano Nacional pelo Fim da Tuberculose como Problema de Saúde Pública no Brasil: primeiros passos rumo ao alcance das metas. Brasília: Ministério da Saúde; 2018.
6. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades [Internet]. 2020 [acessado em 2 mar. 2020]. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/uf.php?coduf=50>
7. Minas Gerais. Secretaria de Estado da Saúde. Relatório das visitas de monitoramento e avaliação do programa de controle de tuberculose de Juiz de Fora.

Ofício – PECT/SVEAST/Sub.VPS/SES-MG N°22/2018. Belo Horizonte: Secretaria de Estado de Saúde de Minas Gerais; 2018.

8. Minas Gerais. Secretaria de Estado da Saúde. Plano Estadual pelo Fim da Tuberculose como Problema de Saúde Pública em Minas Gerais 2019-2022. Belo Horizonte: Secretaria de Estado de Saúde de Minas Gerais; 2019.

9. Barcellos CC, Sabroza PC, Peiter P, Rojas LI. Organização Espacial, Saúde e Qualidade de Vida: Análise Espacial e Uso de Indicadores na Avaliação de Situações de Saúde. *Inf. Epidemiol. SUS* 2002; 11: 3.

10. Magalhães MAFM, Medronho RA. Análise espacial da Tuberculose no Rio de Janeiro no período de 2005 a 2008 e fatores socioeconômicos associados utilizando microdados e modelos de regressão espaciais globais. *Cien Saude Colet* 2017; 22: 3. <https://doi.org/10.1590/1413-81232017223.24132015>

11. Valente BC, Angelo JR, Kawa H, Baltar, VT. A tuberculose e seus fatores associados em um município da região metropolitana do Rio de Janeiro. *Rev Bras Epidemiol* 2019; 22. <https://doi.org/10.1590/1980-549720190027>

12. Angelo JR. (Re)Produção do espaço urbano de Juiz de Fora e a distribuição espacial da tuberculose [dissertação]. Rio de Janeiro: Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ); 2008.

13. Juiz de Fora (MG). Prefeitura. Mapa Social: Análise da Situação do Desenvolvimento Familiar em Juiz de Fora. Juiz de Fora: Prefeitura; 2012.

14. Juiz de Fora (MG). Prefeitura. Compilação da Legislação Urbana – Atualização. Juiz de Fora: Prefeitura; 2019.

15. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil [Internet]. 2020 [acessado em 2 mar. 2020].

Disponível em: <http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/home/>

16. Belo Horizonte (MG). Prefeitura. Índice de Vulnerabilidade da Saúde 2012. Belo Horizonte: Prefeitura; 2013.
17. Carvalho MS, Souza-Santos R. Análise de dados espaciais em saúde pública: métodos, problemas, perspectivas. *Cad. Saúde Pública* 2005; 21: 2. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-311X2005000200003>
18. Santos SM, Souza WV (Org.). Introdução à Estatística Espacial para a Saúde Pública. 1ª ed. Brasília: Ministério da Saúde; 2007.
19. Câmara G, Monteiro AM, Druck S, Carvalho MS. Análise espacial de áreas. In: Druck S, Carvalho MS, Câmara G, Monteiro AM (Org.). Análise espacial de dados geográficos. Brasília: Embrapa; 2004.
20. Montgomery DC, Runger GC. *Estatística aplicada e probabilidade para engenheiros*. 6ª ed. Rio de Janeiro: LTC; 2016.
21. Acosta LMW, Bassanesi SL. The Porto Alegre paradox: social determinants and tuberculosis incidence. *Rev Bras Epidemiol* 2014; 17 (supl. 2). <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4503201400060008>
22. Vicentin G, Santo AH, Carvalho MS. Mortalidade por tuberculose e indicadores sociais no município do Rio de Janeiro. *Cien Saude Colet* 2002; 7: 2. <https://doi.org/10.1590/S1413-81232002000200006>
23. San Pedro A, Gibson G, Santos JPC, Toledo LM, Sabroza PC, Oliveira RM. Tuberculose como marcador de iniquidades em um contexto de transformação socioespacial. *Rev Saúde Pública* 2017; 51: 9.
24. Vendramini SHF *et al.* Tuberculose em município de porte médio no sudeste do Brasil: indicadores de morbidade e mortalidade, de 1985 a 2003. *J Bras Pneumol* 2005; 31: 3. <https://doi.org/10.1590/S1806-37132005000300010>

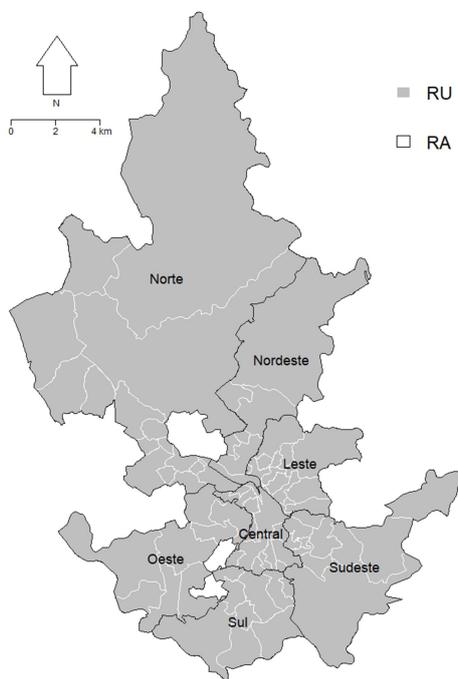
25. Caliari JS, Figueiredo RM. Tuberculose: perfil de doentes, fluxo de atendimento e opinião de enfermeiros. *Acta Paul Enferm* 2012; 25: 1. <https://doi.org/10.1590/S0103-21002012000100008>
26. Erazo C, Pereira SM, Costa MCN, Evangelhista-Filho D, Braga JU, Barreto ML. Tuberculosis and living conditions in Salvador, Brazil: a spatial analysis. *Rev Panam Salud Publica* 2014; 36: 1.
27. Machado PJO. Juiz de Fora: polarização e movimentos migratórios. *Geosul* 1997; 12:23.
28. Chaves TS. Estudo de Caso - A Cidade de Juiz de Fora MG – Sua Centralidade e Problemas Sócio-Econômicos. *Revista GEOMAE* 2011; 2: 1.
29. Sabroza PC. Concepções de saúde e doença. In: *Especialização em avaliação de programas de controle de processos endêmicos com ênfase em DST/HIV*. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz; 2004.
30. Rodrigues ASR. A Produção do Espaço Urbano de Juiz De Fora/MG: Dinâmicas Imobiliárias e Novas Centralidades [tese de doutorado]. Belo Horizonte: Instituto de Geociências da Universidade Federal de Minas (UFMG); 2013.
31. Menezes MLP. O Espaço Urbano de Juiz de Fora e a Dinâmica Regional Contemporânea. In: *Anais do 4º Congresso Luso-Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado, Sustentável*; 2010, Faro, Portugal. São Carlos: EESC-USP; 2010.

Recebido em 20/08/2020

Revisado em 28/10/2020

Aprovado em 25/11/2020

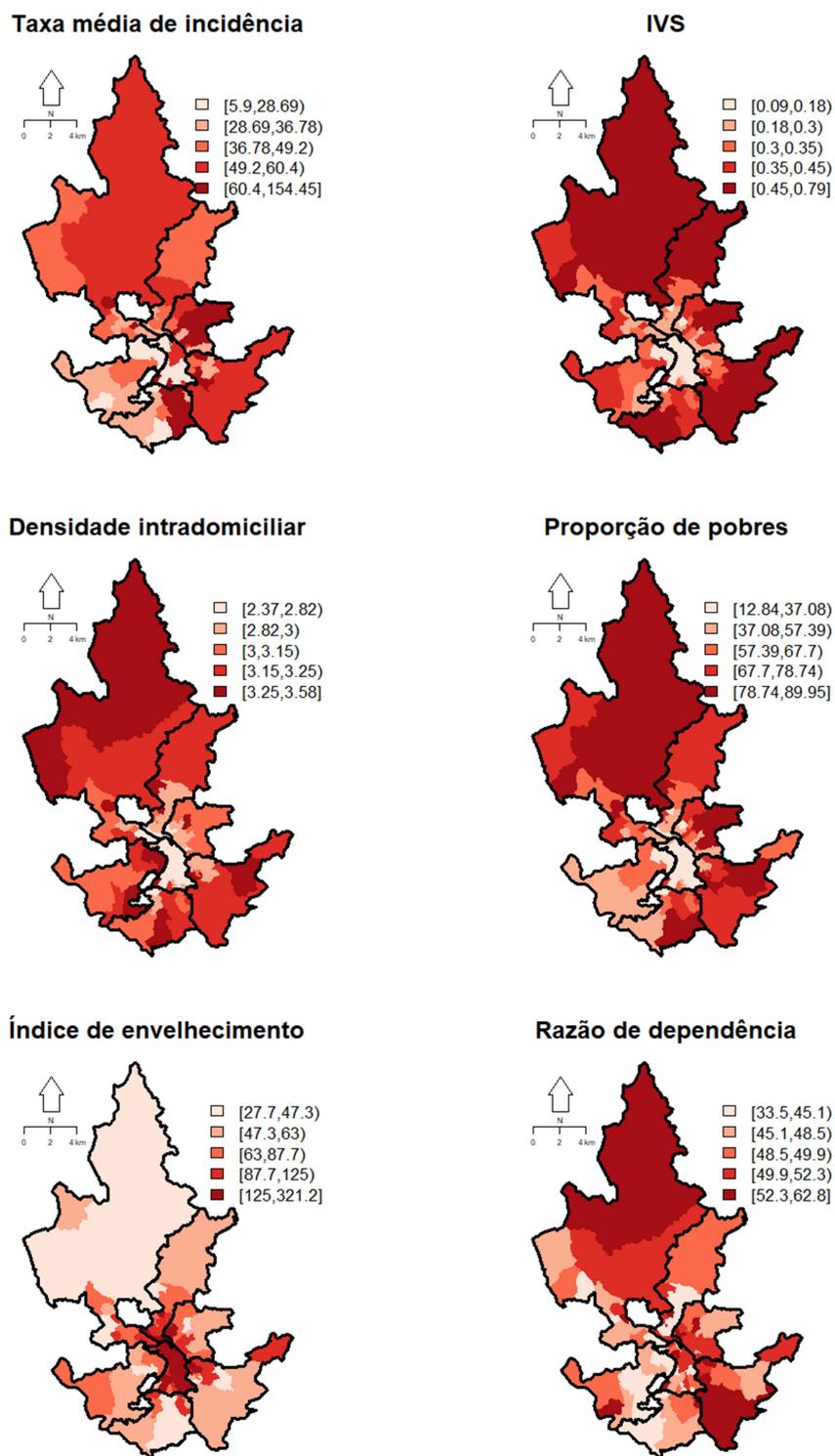
Figura 1 – Mapa das Regiões Administrativas e Regiões Urbanas do município de Juiz de Fora, Minas Gerais.



RU: Região Urbana; RA: Região Administrativa

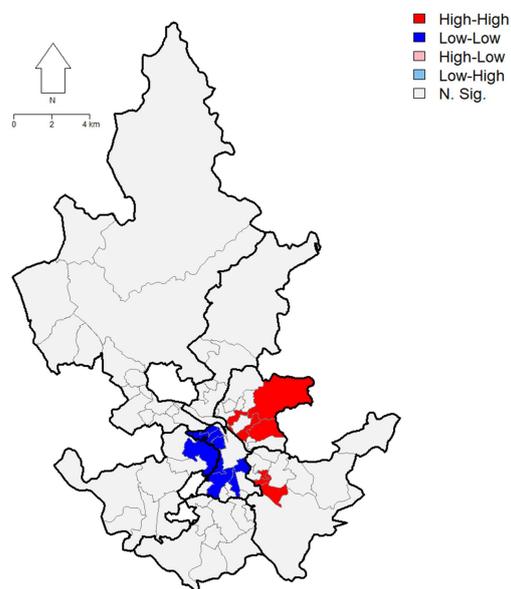
Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 2 – Distribuição espacial da Taxa média de incidência de tuberculose e de outros indicadores nas Regiões Urbanas de Juiz de Fora, Minas Gerais, 2008-2015.



Fonte: Elaborado pela autores.

Figura 3 – Mapa do Indicador local de autocorrelação espacial (LISA) exibindo áreas com valores significativos para a Taxa média de incidência de tuberculose nas Regiões Urbanas de Juiz de Fora, Minas Gerais, 2008-2015.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Quadro 1 – Indicadores selecionados segundo diferentes dimensões de condições de vida.

Indicadores	Descrição
Índice de Vulnerabilidade da Saúde (IVS) ^a	É composto por oito variáveis com diferentes pesos e distribuídas em duas dimensões: saneamento e socioeconômica
Proporção de Pobres (PP) ^b	Percentual de chefes de domicílio com renda até dois salários mínimos
Densidade Intradomiciliar (DI) ^c	Reflete o número de residentes médio por domicílio
Índice de Envelhecimento (IE) ^c	Razão entre os componentes etários extremos da população, representados por idosos e jovens
Razão de Dependência (RD) ^c	Mede a participação relativa do contingente populacional potencialmente inativo, que deveria ser sustentado pela parcela da população potencialmente produtiva

a: Belo Horizonte (MG). Prefeitura. Índice de Vulnerabilidade da Saúde 2012. Belo Horizonte: Prefeitura; 2013.

b: Fasca SF. Tuberculose e Condições de vida: uma Análise do Estado do Rio de Janeiro, Brasil, 2000 a 2002 [dissertação]. Rio de Janeiro: Escola Nacional de Saúde Pública da Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ); 2008.

c: Organização Pan-Americana da Saúde. REDE Interagencial de Informação para a Saúde.

Indicadores básicos para a saúde no Brasil: conceitos e aplicações. 2^a ed. Brasília: Organização Pan-Americana de Saúde; 2008.

Tabela 1 – Modelo de regressão linear múltipla explicativo da Taxa média de incidência de tuberculose em Juiz de Fora, Minas Gerais, 2008-2015.

Variáveis Independentes	Coefficiente	Erro Padrão	p-valor
PP ^a	0,777	0,151	<0,001
DI ^b	25,088	13,104	0,059
IE ^c	0,156	0,073	0,037

a: Proporção de Pobres (%); b: Densidade Intradomiciliar (pessoas/domicílio); c: Índice de Envelhecimento (%). Variável dependente: Taxa média de incidência de TB (casos/100.000 hab.).

Fonte: Elaborado pelos autores.