

Alessandra Gonçalves Lisbôa  
Pereira<sup>I</sup>

Roberto de Andrade Medronho<sup>II</sup>

Claudia Caminha Escosteguy<sup>I</sup>

Luis Iván Ortiz Valencia<sup>III</sup>

Mônica de Avelar Figueiredo  
Mafrá Magalhães<sup>IV</sup>

# Distribuição espacial e contexto socioeconômico da tuberculose, Rio de Janeiro, Brasil

## RESUMO

**OBJETIVO:** Analisar a distribuição espacial de sobrerisco para tuberculose e seus determinantes socioeconômicos no município do Rio de Janeiro.

**MÉTODOS:** Estudo ecológico sobre a associação entre a média da taxa de incidência da tuberculose de 2004 a 2006 e indicadores socioeconômicos do Censo Demográfico do ano 2000. A unidade de análise foi o bairro de residência registrado no Sistema de Informação de Agravos de Notificação do município do Rio de Janeiro, RJ. As taxas foram padronizadas por sexo e faixa etária e suavizadas pelo método bayesiano empírico. A autocorrelação espacial foi avaliada pelo índice de Moran. Foram estudados modelos de regressão linear múltipla e avaliada a pertinência de incorporar o componente espacial na modelagem.

**RESULTADOS:** Observou-se risco maior de adoecimento em alguns bairros da zona portuária e zona norte, além de grande incidência nas favelas da Rocinha e Vidigal, na zona sul e Cidade de Deus, na zona oeste. O modelo final identificou associação positiva para as variáveis: percentual de domicílios particulares permanentes em que o responsável recebia de três a cinco salários mínimos; percentual de moradores individuais no bairro; e percentual de pessoas que viviam em domicílio com mais de duas pessoas por dormitório.

**CONCLUSÕES:** A análise espacial identificou áreas de sobrerisco de incidência da tuberculose nos bairros do município do Rio de Janeiro e encontrou dependência espacial para a incidência de tuberculose e algumas variáveis socioeconômicas. Entretanto, a inclusão do componente espacial, no modelo final, não se mostrou necessária durante o processo de modelagem.

**DESCRIPTORIOS:** Tuberculose, Epidemiologia. Análise Espacial. Fatores de Risco. Fatores Socioeconômicos. Modelos Lineares.

<sup>I</sup> Serviço de Epidemiologia. Hospital Federal dos Servidores do Estado. Ministério da Saúde. Rio de Janeiro, RJ, Brasil

<sup>II</sup> Departamento de Medicina Preventiva. Faculdade de Medicina. Centro de Ciências da Saúde. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ, Brasil

<sup>III</sup> Instituto de Estudos em Saúde Coletiva. Centro de Ciências da Saúde. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ, Brasil

<sup>IV</sup> Núcleo de Geoprocessamento. Instituto de Comunicação e Informação Científica e Tecnológica em Saúde. Fundação Oswaldo Cruz. Rio de Janeiro, RJ, Brasil

### Correspondência:

Alessandra Gonçalves Lisbôa Pereira  
Hospital Federal dos Servidores do Estado  
Serviço de Epidemiologia  
Rua Sacadura Cabral, 178 Saúde  
20221-903 Rio de Janeiro, RJ, Brasil  
E-mail: alepereira.md@gmail.com

Recebido: 26/3/2014

Aprovado: 27/10/2014



## INTRODUÇÃO

A tuberculose é uma doença negligenciada,<sup>10</sup> endêmica em diversos países e responsável por cerca de 1,3 milhões de óbitos anualmente.<sup>a</sup> Estima-se que um terço da população mundial esteja infectada pelo *Mycobacterium tuberculosis* estando, portanto, sob risco de desenvolver a doença, e que aproximadamente 95,0% dos casos de adoecimento ocorram nos países em desenvolvimento.<sup>b</sup> Em 2012, a incidência global estimada para a tuberculose foi de 122 casos por 100.000 habitantes e cerca de 12 milhões de casos prevalentes no mundo. Naquele ano, o Brasil encontrava-se entre os 22 países com maior carga de doença, totalizando 40.152 casos notificados com presença de bacilos álcool-ácido resistentes no escarro e uma taxa de incidência de 46 casos por 100.000 habitantes.<sup>a</sup> O Rio de Janeiro é o estado brasileiro com a maior taxa de incidência da doença.<sup>c</sup>

Além do contato com pacientes bacilíferos, a probabilidade de que um indivíduo seja infectado e desenvolva a doença depende de vários fatores, dentre eles as condições socioeconômicas a que está submetido e a existência de comorbidades, particularmente as imunossupressoras.<sup>b</sup> Pobreza, desnutrição, más condições sanitárias, alta densidade populacional, síndrome da imunodeficiência adquirida e envelhecimento da população são alguns dos fatores implicados na disseminação e gravidade da doença atualmente.<sup>10</sup> A associação entre incidência de tuberculose e variáveis socioeconômicas, descrita em diversos estudos, corrobora a observação da alta carga da doença nos países ditos em desenvolvimento como o Brasil.<sup>1,4,9,15,16</sup>

O uso da análise espacial em saúde pública abrange diversos temas. A incorporação de novas tecnologias e o acesso às bases de dados secundários têm permitido que este tipo de análise possa ser utilizado mais amplamente. Na primeira década de 2000, foram publicados diversos estudos sobre a distribuição e os determinantes de agravos transmissíveis e não transmissíveis, focando em diferentes abordagens.<sup>1,12,18</sup>

Analisar a distribuição espacial de sobrerisco para tuberculose e seus determinantes socioeconômicos no município do Rio de Janeiro.

## MÉTODOS

Estudo ecológico desenvolvido no município do Rio de Janeiro, RJ, sobre a associação entre a média da taxa de incidência da tuberculose durante três anos (2004, 2005 e 2006) e indicadores socioeconômicos obtidos a partir do Censo Demográfico do ano 2000. A unidade de análise foi o bairro de residência autorreferido.

O município do Rio de Janeiro, RJ, ocupa área total de 1.182 km<sup>2</sup>, sendo 70,0% dela antropomorfizada. A população estimada para o ano de 2006 era 6.136.652 habitantes vivendo em 160 bairros distribuídos por cinco áreas programáticas.<sup>d</sup> Como em 2000 ainda não existiam oficialmente os bairros Vasco da Gama e Gericinó, para este estudo utilizou-se a informação de 158 bairros.

Foram utilizados os indicadores socioeconômicos relacionados a: renda, escolaridade, abastecimento de água, coleta de lixo, esgotamento sanitário e densidade de ocupação dos domicílios. Também foi utilizado o Índice de Desenvolvimento Social (IDS), índice sintético desenvolvido com a finalidade de medir o grau de desenvolvimento social de uma área geográfica, permitindo a comparação com outra área da mesma natureza.<sup>e</sup> O IDS contempla as dimensões referentes ao saneamento básico, à qualidade habitacional, ao grau de escolaridade e à disponibilidade de renda.

Outros indicadores utilizados foram os índices L. de Theil, de Gini e o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) Municipal, obtidos no Instituto Municipal de Urbanismo Pereira Passos. Foram incluídos também: esperança de vida ao nascer (em anos); taxa de alfabetização de adultos (%); taxa bruta de frequência escolar (%); renda *per capita* (em real [R\$]) do ano 2000.

Para estimar a incidência da tuberculose na cidade do Rio de Janeiro, foi utilizada a base de dados do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (Sinan), selecionando-se apenas os casos novos de tuberculose, residentes no município e notificados à Vigilância Epidemiológica, no período de 2004 a 2006. Os dados foram disponibilizados pela Secretaria Municipal de Saúde do Rio de Janeiro. Foram excluídos da análise os casos institucionalizados em presídio. Foi utilizada a

<sup>a</sup> World Health Organization. Global tuberculosis report 2013. Geneva; 2013 [citado 2015 fev 8]. Disponível em: [http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/91355/1/9789241564656\\_eng.pdf](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/91355/1/9789241564656_eng.pdf)

<sup>b</sup> Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância Epidemiológica. Guia de vigilância epidemiológica. 7.ed. Brasília (DF); 2009 [citado 2015 fev 8]. (Série A. Normas e Manuais Técnicos). Disponível em: [http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/gve\\_7ed\\_web\\_atual.pdf](http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/gve_7ed_web_atual.pdf)

<sup>c</sup> Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância Epidemiológica. Manual de recomendações para o controle da tuberculose no Brasil. Brasília (DF); 2011 [citado 2015 fev 8]. Disponível em: [http://www.cve.saude.sp.gov.br/html/TB/mat\\_tec/manuais/MS11\\_Manual\\_Recom.pdf](http://www.cve.saude.sp.gov.br/html/TB/mat_tec/manuais/MS11_Manual_Recom.pdf)

<sup>d</sup> Ministério da Saúde, DATASUS. Informações de saúde (Tabnet). Brasília (DF) [citado 2007 set 24]. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?ibge/cnv/poprij.def>

<sup>e</sup> Cavallieri F, Lopes GP. Índice de Desenvolvimento Social - IDS: comparando as realidades microurbanas da cidade do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro (RJ); 2008 [citado 25 fev 16]. [Coleção Estudos Cariocas]. Disponível em: [http://portalgeo.rio.rj.gov.br/estudoscariocas/download/2394\\_%C3%8Dndice%20de%20Desenvolvimento%20Social\\_IDS.pdf](http://portalgeo.rio.rj.gov.br/estudoscariocas/download/2394_%C3%8Dndice%20de%20Desenvolvimento%20Social_IDS.pdf)

média da taxa de incidência de tuberculose nos três anos estudados, tendo em vista a potencial flutuação das notificações de um ano para outro. Procedeu-se à padronização das taxas de incidência de cada bairro por sexo e faixa etária, utilizando o método direto e considerando a população do município do Rio de Janeiro como padrão. As faixas etárias escolhidas foram: zero a 19 anos, 20 a 39 anos, 40 a 59 anos e 60 anos ou mais, considerando a distribuição da doença na população estudada.

Para minimizar a instabilidade ocasionada pela flutuação aleatória das taxas, utilizou-se o estimador bayesiano empírico local, que suaviza as taxas padronizadas por aplicação de médias ponderadas, criando uma terceira taxa corrigida. Esta taxa levou em consideração a densidade populacional e a taxa média local, calculada a partir de uma matriz de proximidade espacial.

A correlação entre as variáveis dependente e independentes foi avaliada durante a fase exploratória do estudo por meio do coeficiente de correlação de Spearman, com nível de significância de 5%.

A autocorrelação espacial foi avaliada pelo índice de Moran, que testa a dependência espacial das observações e é calculado a partir de parâmetro de vizinhança preestabelecido. Pode variar de -1 a +1, sendo os valores negativos indicadores de autocorrelação negativa ou inversa e positivos, de agregação espacial ou correlação direta.<sup>6</sup> O nível de significância para a autocorrelação espacial foi  $p < 0,05$ .

Para incorporar os efeitos espaciais neste estudo, avaliou-se a utilização de um modelo de regressão espacial, com efeito global, denominado *Conditional AutoRegressive* (CAR). Este é um modelo linear que capta a dependência espacial da variável dependente em um único parâmetro, considerando que o processo espacial seja estacionário. Este parâmetro é atribuído ao erro do modelo de regressão de forma que:

$$Y = X\beta + \varepsilon ; \varepsilon = \rho W\varepsilon + \xi$$

onde:

$W\varepsilon$  = erro com efeitos espaciais

$\rho$  = medida de correlação espacial; é o coeficiente autorregressivo

$\xi$  = componente do erro com variância constante e não correlacionada

A hipótese nula, neste caso, é que não existe autocorrelação, resultando em  $\rho = 0$ .

Antes da modelagem CAR, as variáveis independentes foram inseridas no modelo de regressão linear múltipla,

conforme sugerido por Luc Anselin,<sup>f</sup> permitindo a escolha das variáveis mais associadas ao desfecho para inclusão no modelo final, que incluiria a dependência espacial. O modelo final da regressão linear múltipla utilizou como variável dependente o logaritmo natural da média da taxa de incidência corrigida e padronizada dos três anos, aproximando sua distribuição a uma curva normal.

As variáveis independentes, contínuas, não sofreram transformação e sua escolha para inclusão no processo de modelagem foi norteadas pelo contexto epidemiológico e pela matriz de correlação previamente construída. Foram escolhidas, preferencialmente, as variáveis que apresentassem maior correlação com a variável dependente. Valores discrepantes (*outliers*) foram identificados pela estatística D de Cook, que avalia as mudanças ocasionadas nos coeficientes da regressão quando determinada observação é retirada do modelo.

Para verificar o grau de multicolinearidade entre as variáveis no modelo final foi utilizada a tolerância e o fator de inflação da variância. A homocedasticidade foi avaliada graficamente na análise de resíduos. A independência dos resíduos, ou seja, a ausência de correlação serial foi avaliada pelo teste de Durbin-Watson (valores menores que 2 implicam possibilidade de correlação).

Os programas TerraView 3.1.3, SPSS 13.0 e S-Plus 4.5<sup>5</sup> foram utilizados para processamento e análise dos dados.

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Secretaria Municipal de Saúde (Protocolo 217/08, de 3/11/2008). A utilização das bases secundárias foi autorizada pelo gestor responsável e foi garantido o sigilo dos dados de identificação do paciente.

## RESULTADOS

No período de 2004 a 2006 foram notificados 16.869 casos novos de tuberculose residentes no município do Rio de Janeiro e com informação residencial. Deste total, 16,1% eram residentes nos bairros Campo Grande, Rocinha, Bangu e Santa Cruz. Copacabana, bairro com melhor IDH do município, foi o oitavo em concentração de casos da doença, com 2,7% do total. A média da taxa de incidência bruta dos três anos foi 95,9 casos/100.000 habitantes, variando de zero em bairros com nenhum caso notificado (Campo dos Afonsos, Grumari, Joá, Parque Columbia e Vila Militar) até 869,2 casos/100.000 habitantes no bairro da Saúde. Destacam-se ainda os bairros de Bonsucesso (647,7 casos/100.000 habitantes), Jacaré (460,0 casos/100.000 habitantes), Rocinha (447,3 casos/100.000 habitantes) e Santo Cristo (436,7 casos/100.000 habitantes). Após padronização e correção pelo método bayesiano empírico local,

<sup>f</sup> Anselin L. Exploring a spatial data with GeoDa™: a workbook. Rev. version. Urbana (IL): Center for Spatially Integrated Social Science of University of Illinois; 2005 [citado 2015 fev 8]. Disponível em: <https://geodacenter.asu.edu/system/files/geodaworkbook.pdf>

Bonsucesso, Jacaré, Rocinha e Santo Cristo continuaram apresentando as maiores taxas de incidência no período estudado, passando Bonsucesso à categoria de maior risco (659,5 casos/100.000 habitantes). Na Saúde, bairro com apenas 2.186 habitantes, houve queda de quase 30,0% na média da taxa de incidência.

As taxas padronizadas e corrigidas apontaram risco maior de adoecimento em alguns bairros da zona portuária e zona norte. Houve também grande incidência nas favelas da Rocinha e Vidigal, na zona sul, e Cidade de Deus, na zona oeste. A Rocinha, além de concentrar grande número absoluto de casos, também apresentou taxa de incidência muito elevada. A Figura 1 apresenta a distribuição espacial da média da taxa de incidência, padronizada por sexo e faixa etária e corrigida.

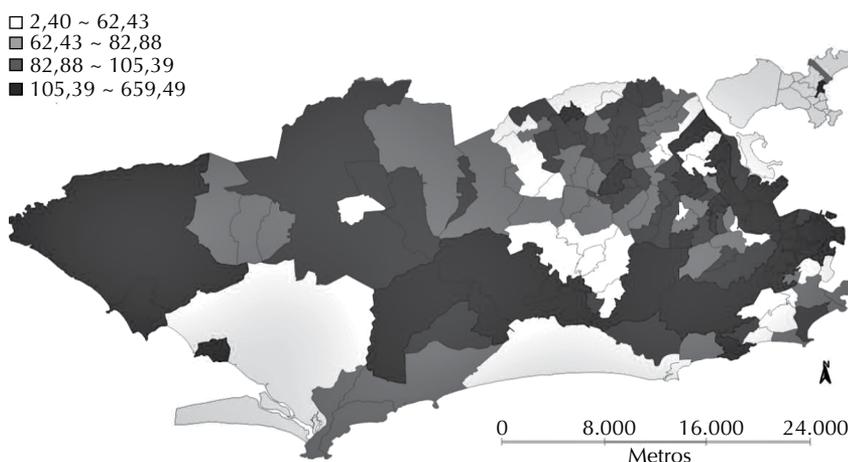
A visualização do padrão espacial permitiu a identificação de um “corredor” com áreas de maior risco começando na zona portuária (compreendendo também as áreas do Morro da Providência), estendendo-se para Estácio (incluído o Complexo do São Carlos), Cidade Nova, São Cristóvão, e depois sequencialmente por São Cristóvão, Benfica, Manguinhos, Jacaré, Jacarezinho, Bonsucesso e Ramos. Áreas vizinhas como a Maré e o Complexo do Alemão não apresentaram taxas tão expressivas, este último com taxa de 2,4 casos por 100.000 habitantes, a menor dentre todos os bairros. Entretanto, o bairro de Inhaúma, vizinho do Complexo do Alemão, apresentou taxa corrigida e padronizada de 155,2 casos por 100.000 habitantes.

Outro local com grande incidência da doença foi Costa Barros (inclui o Complexo da Pedreira), com 241,7 casos por 100.000 habitantes, não acompanhado pelos bairros vizinhos. Na mesma área apenas Anchieta e Barros Filho chegaram a 103,4 e 103,2 casos por 100.000 habitantes,

respectivamente. Pedra de Guaratiba, Sepetiba e Santa Cruz são bairros na zona oeste do município que também apresentaram altas taxas de incidência.

A Tabela 1 mostra os coeficientes de correlação de Spearman. As variáveis que conotavam melhores condições socioeconômicas, como o percentual de domicílios permanente em que o responsável recebia mais de 10 salários mínimos e o IDS, apresentaram correlação inversa com a incidência de tuberculose. O mesmo foi observado para o IDH municipal. O percentual de domicílios com pessoas que viviam sozinhas apresentou correlação positiva com a incidência de tuberculose, assim como o percentual de pessoas que vivem em domicílio com densidade maior que duas pessoas por dormitório.

A Tabela 2 apresenta alguns dos resultados do índice global de Moran I estatisticamente significativos. A média da taxa de incidência bruta apresentou índice de 0,161 ( $p < 0,018$ ), enquanto a taxa corrigida e padronizada apresentou índice de 0,218 ( $p < 0,007$ ). Autocorrelação espacial significativa foi encontrada para diversas variáveis independentes, dentre elas o percentual de domicílios com pessoas que vivem sozinhas, renda *per capita*, percentual de domicílios particulares permanentes cujo responsável recebia de três a cinco salários mínimos e percentual de domicílios particulares permanentes onde o responsável recebia mais de 10 salários mínimos. Nesta etapa da análise, o bairro “Complexo do Alemão” foi excluído, uma vez que o mesmo apresentou média da taxa de incidência padronizada e corrigida de 2,40 casos/100.000 habitantes (dois casos notificados nos três anos), destoante do restante dos dados e incompatível com a quantidade de casos esperados para o bairro. O bairro tinha 65.026 habitantes e o pior IDH do município.



**Figura 1.** Distribuição espacial da média da taxa de incidência de tuberculose, corrigida e padronizada por sexo e faixa etária (por 100.000 hab). Rio de Janeiro, RJ, 2004 a 2006.

Vários modelos foram estudados até optar-se pelo modelo final apresentado na Tabela 3. Durante o processo de modelagem avaliou-se a necessidade de inclusão do componente espacial no modelo de regressão, tendo em vista que a variável dependente possuía autocorrelação espacial

significativa. A necessidade de utilização do modelo CAR foi reforçada pela detecção de autocorrelação espacial na análise de resíduos da regressão linear múltipla com base no índice de Moran. Entretanto, a despeito da existência de autocorrelação espacial para a variável dependente na

**Tabela 1.** Correlação entre variáveis socioeconômicas e média da taxa de incidência padronizada e corrigida. Rio de Janeiro, RJ, 2004 a 2006.

Variável	Coefficiente de correlação de Spearman	p
% domicílios particulares permanentes em que responsável recebe mais de 10 SM	-0,41	< 0,001
Índice de desenvolvimento social	-0,36	< 0,001
Esperança de vida ao nascer	-0,32	< 0,001
Índice de desenvolvimento humano municipal	-0,32	< 0,001
Índice de longevidade	-0,32	< 0,001
Renda <i>per capita</i>	-0,28	< 0,001
% domicílios com pessoas que vivem sozinhas	0,19	0,007
% domicílios improvisados	0,21	0,003
% domicílios particulares permanentes em que responsável recebe de 3 a 5 SM	0,30	< 0,001
% pessoas que vivem em domicílio com densidade maior que 2 pessoas por dormitório	0,37	< 0,001
% analfabetismo em maiores de 15 anos	0,39	< 0,001
% domicílios particulares permanentes em que responsável recebe até 2 SM	0,42	< 0,001

SM: Salário mínimo

**Tabela 2.** Autocorrelação espacial de variáveis socioeconômicas definidas por bairro. Rio de Janeiro, RJ, 2000.

Variável	Índice Global de Moran I	p
% domicílios com pessoas que vivem sozinhas	0,72	0,001
Renda <i>per capita</i>	0,63	0,001
% domicílios particulares permanentes em que responsável recebe mais de 10 SM	0,53	0,001
% domicílios particulares permanentes em que responsável recebe de 3 a 5 SM	0,51	0,001
Índice de Desenvolvimento Social	0,51	0,001
Índice de Desenvolvimento Humano municipal	0,50	0,001
Esperança de vida ao nascer	0,43	0,001
Índice de longevidade	0,43	0,001
% domicílios particulares permanentes em que responsável recebe até 2 SM	0,37	0,001
% domicílios particulares permanentes com rede de água adequada	0,36	0,002
% pessoas que vivem em domicílio com densidade maior que 2 pessoas por dormitório	0,33	0,001
Taxa de alfabetização de adultos	0,33	0,001
% domicílios particulares com coleta de lixo adequada	0,27	0,002
% analfabetismo em maiores de 15 anos	0,20	0,002

SM: Salário mínimo

**Tabela 3.** Modelo final de regressão linear múltipla para o log da média da taxa de incidência padronizada e corrigida. Rio de Janeiro, RJ, 2004 a 2006.

Variável	Coefficiente	Erro-padrão	t	p	IC95%
% domicílios em que responsável recebe de 3 a 5 SM	0,050	0,011	4,614	< 0,001	0,028;0,071
% domicílios com pessoas que vivem sozinhas	0,049	0,009	5,260	< 0,001	0,030;0,067
% pessoas que vivem em domicílio com > 2 pessoas por dormitório	0,024	0,005	4,927	< 0,001	0,015;0,034

SM: Salário mínimo

fase exploratória do estudo, a inclusão do modelo CAR não foi suficiente para remover a dependência espacial dos resíduos deste modelo. Assim, optou-se por manter como modelo final a regressão linear múltipla.

As variáveis que permaneceram no modelo de regressão linear final foram o percentual de domicílios particulares permanentes em que o responsável recebia de três a cinco salários mínimos, o percentual de domicílios com pessoas que viviam sozinhas no bairro e percentual de pessoas que viviam em domicílio com mais de duas pessoas por dormitório.

O modelo proposto explica aproximadamente 30,0% da incidência de tuberculose nos bairros do município do Rio de Janeiro no período estudado ( $R^2 = 0,299$ ).

O fator de inflação da variância e o teste de tolerância sugeriram baixo nível de colinearidade entre as variáveis incluídas no modelo final. O fator de inflação da variância foi  $< 10$ , sendo o maior 2,039, e o teste de tolerância foi  $> 0,1$  para todas as variáveis. A existência de possíveis valores discrepantes foi avaliada pelo cálculo da distância de Cook, que variou satisfatoriamente de 0 a 0,065 nas unidades observadas. O pressuposto de independência dos resíduos foi atendido tendo em vista que o teste de Durbin-Watson resultou em 2,275. A Figura 2 resume a análise dos resíduos. O histograma e o Q-Q plot exibem padrões de normalidade dos resíduos. O padrão aleatório do *scatterplot* dos valores preditos e resíduos padronizados fortalece a hipótese de variância constante. Dessa forma pode-se assumir que o modelo seja homocedástico. O último gráfico, *scatterplot* entre a variável dependente e os valores preditos, apesar de não estar perfeitamente ajustado, aponta ajuste razoável do modelo final.

## DISCUSSÃO

O padrão da distribuição dos casos de tuberculose, representados pela média da taxa de incidência dos três anos estudados, mostra predomínio da doença em alguns bairros da zona norte, oeste e centro/zona portuária. A zona sul, área que agrega os bairros com melhores condições socioeconômicas, também exibe áreas extremamente carentes como as favelas Rocinha e Vidigal, que apresentam altas taxas de incidência. A retirada do Complexo do Alemão da análise de regressão foi considerada no presente estudo por não podermos descartar a hipótese de subnotificação para os casos residentes neste bairro. No período analisado, os casos de tuberculose em residentes desta comunidade podem ter referido um bairro vizinho para fins de preenchimento da ficha de notificação/investigação.

A não inclusão da dependência espacial no modelo final também foi relatada por Acosta,<sup>8</sup> em Porto Alegre, RS, que avaliou a correlação entre a incidência de tuberculose nos bairros e condições socioeconômicas. Nesse estudo, também não foi identificada autocorrelação espacial entre as variáveis estudadas durante a avaliação dos resíduos da regressão linear múltipla. O modelo final não espacial identificou associação entre a incidência de tuberculose e as seguintes variáveis: coeficiente de mortalidade por causa externa; proporção de domicílios com seis ou mais moradores; índice de envelhecimento; e proporção de domicílios com responsável com renda mensal maior que 10 salários mínimos.

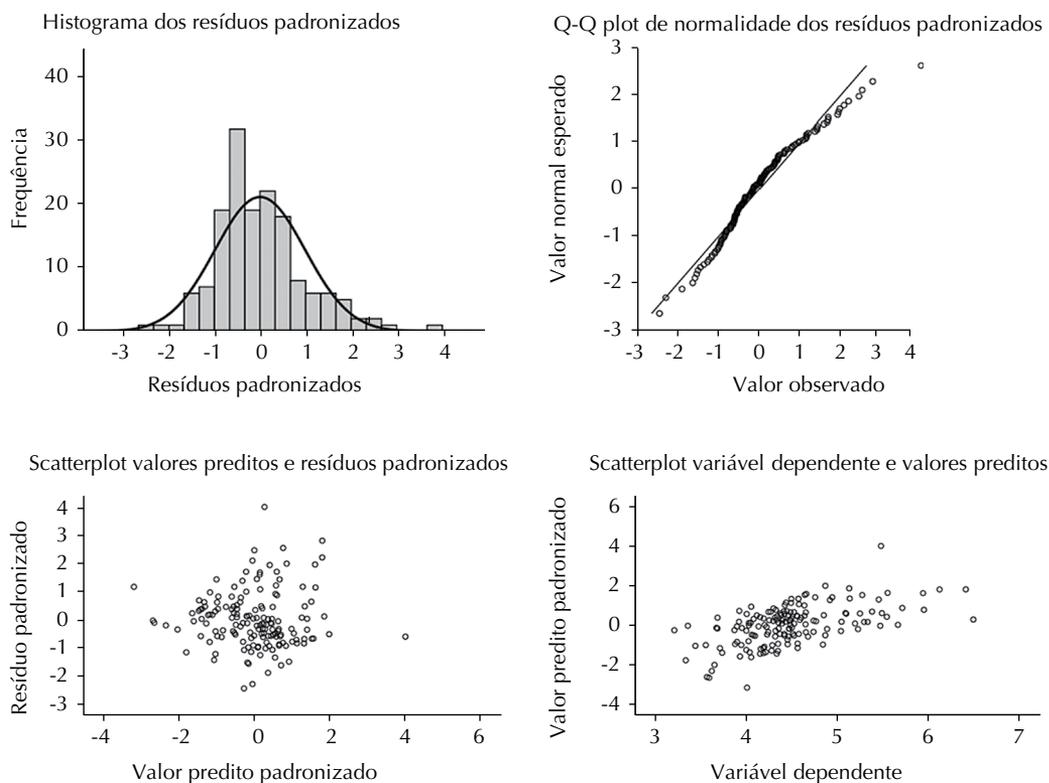
Neste estudo, foi identificada correlação estatisticamente significativa da incidência da tuberculose com variáveis relacionadas à renda, escolaridade, densidade de pessoas por dormitório e domicílio. O sentido da associação corrobora diversos estudos que descrevem associação entre tuberculose e condições socioeconômicas precárias.<sup>4,9,15,17</sup>

No modelo final, um dos achados mais importantes – e esperados – do ponto de vista lógico da transmissão da doença, é a associação entre a incidência de tuberculose e a existência no domicílio de mais de duas pessoas por cômodo. A aglomeração de pessoas seja por domicílio ou por cômodo é descrita em alguns estudos<sup>7,18</sup> como uma situação associada a maior risco de adoecimento por tuberculose, tendo em vista a maior probabilidade de contato constante entre as pessoas. Munch et al encontraram associação positiva entre incidência de tuberculose e as variáveis taxa de desemprego e ocorrência de conglomerados populacionais. O estudo de Vieira<sup>18</sup> identificou correlação significativa entre a incidência de tuberculose e o fator urbanização, ao analisar os municípios do estado do Espírito Santo. O fator urbanização foi construído a partir de variáveis relacionadas à educação, concentração de indivíduos por dormitório, percentual de população residente em área urbana e percentual de indivíduos que viviam em imóveis próprios ou quitados.

Apesar de controversa, a associação entre “morar sozinho” e não adesão ao tratamento vem sendo descrita para diversas doenças crônicas, inclusive a tuberculose. Gonçalves et al expõem a importância da participação familiar na adesão ao tratamento da tuberculose, tendo em vista o contexto da inserção social dos indivíduos. Natal et al analisaram fatores preditores do abandono do tratamento para tuberculose e, no modelo preditivo final, a variável “morar sozinho” apresentou razão de chances (OR) de 5,4. Teixeira<sup>b</sup> analisou a associação entre a condição “pessoas de 65 anos ou mais morando sozinhas” e a incidência de tuberculose. A associação foi mostrada em homens e, com menor magnitude, em mulheres; porém

<sup>8</sup> Acosta LMW. O mapa de Porto Alegre e a tuberculose: distribuição espacial e determinantes sociais [dissertação]. Porto Alegre (RS): Faculdade de Medicina da Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2008.

<sup>b</sup> Teixeira IA. Incidência da tuberculose, índice de desenvolvimento humano e indicadores de vulnerabilidade familiar: região metropolitana de Belo Horizonte: uma abordagem multivariada [tese]. Belo Horizonte (MG): Universidade Federal de Minas Gerais; 2008.



**Figura 2.** Gráficos para diagnóstico do ajuste do modelo.

a autora concluiu que o fator idade seria mais importante que o fato de o paciente morar sozinho. Nosso estudo traz a taxa de incidência já padronizada por sexo e faixa etária, permanecendo o efeito da moradia individual no modelo final. Assim, este resultado, reforçado por estudos anteriores, sugere uma situação de vulnerabilidade para este grupo de pessoas. Segundo Mattosinhos,<sup>i</sup> ao longo dos últimos anos tem-se percebido uma diminuição dos arranjos familiares no Brasil, com crescimento progressivo dos modelos de arranjos unipessoais (os percentuais de pessoas morando sozinhas nos últimos quatro censos foram: 4,9% em 1970; 5,8% em 1980; 6,5% em 1991 e 8,6% em 2000). Entre os fatores que contribuiriam para esse aumento, estão o intenso processo de urbanização, o aumento do número de separações, a elevada queda da fecundidade e o aumento da esperança de vida, com o crescente número de idosos. Destaca-se que, entre os 15 bairros estudados com maior percentual de domicílios com pessoas que vivem sozinhas, 10 estão contidos no grupo de 15 bairros com maior percentual de idosos.

O papel do idoso na endemia da tuberculose tem sido cada vez mais importante, visto que conforme a população mundial está envelhecendo, maior é a vulnerabilidade

deste segmento à reativação endógena e reinfeção exógena. No Brasil, estudos mostram que a incidência da doença começa a ser deslocada para a faixa etária mais avançada e espera-se que, em algumas décadas, os casos associados à síndrome da imunodeficiência adquirida reduzam progressivamente e os casos de reativação em idosos aumentem.<sup>2,16</sup>

No presente estudo, apesar de todas as variáveis de renda apresentarem correlação com a incidência de tuberculose na análise exploratória inicial, a associação que permaneceu no modelo final refere-se à faixa de renda de três a cinco salários mínimos para o chefe do domicílio. Considerando esta renda como *proxy* da renda total da família, bem como a classificação proposta por Neri,<sup>j</sup> podemos concluir que essas famílias se encontram inseridas no contexto da classe média ou classe C. Alguns estudos<sup>11,13,14</sup> apontaram possível associação entre ter tuberculose e pertencer a uma faixa intermediária de renda mensal, principalmente ao considerarmos o contexto atual de coinfeção com HIV e emergência de formas resistentes. Em Manaus, AM, os bairros com maior incidência de tuberculose também apresentaram aumento do IDH entre os anos 1991 e 2000, sugerindo como possíveis causas a alta densidade populacional

<sup>i</sup> Mattosinhos MCP. A nova dinâmica familiar: características dos arranjos unipessoais no Brasil [dissertação]. Rio de Janeiro (RJ): Escola Nacional de Ciências Estatísticas, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; 2006.

<sup>j</sup> Neri MC, coordenador. A nova classe média. Rio de Janeiro (RJ): Centro de Políticas Sociais da FGV; 2008 [citado 2015 fev 8]. Disponível em: [http://www.cps.fgv.br/ibrecps/M3/M3\\_TextoFinal.pdf](http://www.cps.fgv.br/ibrecps/M3/M3_TextoFinal.pdf)

e falhas no Programa de Controle da Tuberculose.<sup>13</sup> Em Olinda, PE, Souza et al<sup>14</sup> buscaram identificar áreas de risco de tuberculose por avaliação de fatores socioeconômicos e encontraram as maiores taxas de incidência associadas a um nível intermediário de privação social. Santos et al<sup>1</sup> georreferenciaram os casos de tuberculose notificados em Ribeirão Preto, SP, de 1990 a 2000, e identificaram padrões de ocorrência da tuberculose, sendo a maior concentração de casos encontrada nos bairros classificados como classe média e classe média baixa, na região noroeste do município. Dessa forma, muitos estudos têm mostrado risco de adoecimento por tuberculose independentemente de situação extrema de privação socioeconômica.

Algumas limitações deste estudo podem ser reflexo da qualidade das informações contidas no Sinan relacionadas à identificação do bairro de residência do paciente.

Além do próprio desconhecimento do nome correto do bairro, há casos, principalmente em áreas muito carentes, em que o indivíduo refere o nome do bairro vizinho por desconhecimento dos limites geográficos entre eles. Além disso, as informações de identificação do paciente são armazenadas em um instrumento de notificação, que é posteriormente digitado no sistema municipal. Nesse processo, diversos problemas podem ocasionar o não registro ou registro incorreto do bairro, como preenchimento incorreto pelo profissional de saúde da unidade notificante, grafia ilegível, erro de digitação, entre outros. Apesar dessas limitações, os resultados corroboram os de outros estudos e oferecem uma nova perspectiva a respeito da vulnerabilidade de indivíduos que moram sozinhos e daqueles inseridos numa situação intermediária de privação social.

## REFERÊNCIAS

1. Andrade ALSS, Silva SA, Martelli CMT, Oliveira RM, Moraes Neto OL, Siqueira Júnior JB, et al. Population-based surveillance of pediatric pneumonia: use of spatial analysis in an urban area of Central Brazil. *Cad Saude Publica*. 2004;20(2):411-21. DOI:10.1590/S0102-311X2004000200008
2. Chaimowicz F. Age transition of tuberculosis incidence and mortality in Brazil. *Rev Saude Publica*. 2001;35(1):81-7. DOI:10.1590/S0034-89102001000100012
3. Gonçalves H, Costa JSD, Menezes AMB, Knauth D, Leal OF. Adesão à terapêutica da tuberculose em Pelotas, Rio Grande do Sul: na perspectiva do paciente. *Cad Saude Publica*. 1999;15(4):777-87. DOI:10.1590/S0102-311X1999000400012
4. Hino P, Villa TCS, Cunha TN, Santos CB. Padrões espaciais da tuberculose e sua associação à condição de vida no município de Ribeirão Preto. *Cienc Saude Coletiva*. 2011;16(12):4795-802. DOI:10.1590/S1413-81232011001300028
5. Mathsoft. S-PLUS 4.5 Guide to Statistics. Seattle, WA: Mathsoft, Data Analysis Products Division; 1999.
6. Medronho RA, Werneck GL. Análise de dados espaciais em saúde. In: Medronho RA, Bloch KV, Luiz RR, Werneck GL, editores. *Epidemiologia*. 2.ed. Rio de Janeiro: Atheneu; 2009. p.493-511.
7. Munch Z, Van Lill SWP, Booyesen CN, Zietsman HL, Enarson DA, Beyers N. Tuberculosis transmission patterns in a high-incidence area: a spatial analysis. *Int J Tuberc Lung Dis*. 2003;7(3):271-7.
8. Natal S, Valente J, Gerhardt G, Penna ML. Modelo de predição para o abandono do tratamento da tuberculose pulmonar. *Bol Pneumol Sanit*. [Internet]. 1999 [citado 2015 fev 8];7(1):65-78. Disponível em: <http://scielo.iec.pa.gov.br/pdf/bps/v7n1/v7n1a07.pdf>
9. Queiroga RPF, Sá LD, Nogueira JA, Lima ERV, Silva ACO, Pinheiro PGOD, et al. Distribuição espacial da tuberculose e a relação com condições de vida na área urbana do município de Campina Grande - 2004 a 2007. *Rev Bras Epidemiol*. 2012;15(1):222-32. DOI:10.1590/S1415-790X2012000100020
10. Ruffino-Netto A. Tuberculose: a calamidade negligenciada. *Rev Soc Bras Med Trop*. 2002;35(1):51-8. DOI:10.1590/S0037-86822002000100010
11. Santos CB, Hino P, Cunha TN, Villa TCS, Muniz JN. Utilização de um Sistema de Informação Geográfica para descrição dos casos de tuberculose. *Bol Pneumol Sanit* [Internet]. 2004 [citado 2015 fev 8];12(1):7-12. Disponível em: <http://scielo.iec.pa.gov.br/pdf/bps/v12n1/v12n1a02.pdf>
12. Santos VR, Yokoo EM, Souza-Santos R, Atanaka-Santos M. Fatores socioambientais associados à distribuição espacial de malária no assentamento Vale do Amanhecer, Município de Juruena, Estado de Mato Grosso, 2005. *Rev Soc Bras Med Trop*. 2009;42(1):47-53. DOI:10.1590/S0037-86822009000100010
13. Souza MG, Pinheiro ES. Incidência e distribuição da tuberculose na cidade de Manaus/AM. *Rev Geogr Acad* [Internet]. 2009;3(2):35-43. Disponível em: <http://www.rga.ggf.br/index.php?journal=rga&page=article&op=view&path%5B%5D=72&path%5B%5D=61>
14. Souza WV, Ximenes R, Albuquerque MFM, Lapa TM, Portugal JL, Lima MLC, et al. The use of socioeconomic factors in mapping tuberculosis risk areas in a city of northeastern Brazil. *Rev Panam Salud Publica*. 2000;8(6):403-10. DOI:10.1590/S1020-49892000001100005
15. Souza WV, Carvalho MS, Albuquerque MFP, Barcellos CC, Ximenes RAA. Tuberculosis in intra-urban settings: a Bayesian approach. *Trop Med Int Health*. 2007;12(3):323-30. DOI:10.1111/j.1365-3156.2006.01797.x
16. Vendramini SHF, Villa TCS, Cardozo Gonzales RI, Monroe AA. Tuberculose no idoso: análise do conceito. *Rev Latino-Am Enfermagem*. 2003;11(1):96-103. DOI:10.1590/S0104-11692003000100014

17. Vendramini SHF, Santos MLSC, Gazetta CE, Chiaravalloti-Neto F, Ruffino-Netto A, Villa TCS. Tuberculosis risks and socio-economic level: a case study of a city in the Brazilian south-east, 1998-2004. *Int J Tuberc Lung Dis*. 2006;10(11):1231-5.
18. Vieira RCA, Prado TN, Siqueira MG, Dietze R, Maciel ELN. Distribuição espacial dos casos novos de tuberculose em Vitória, Estado do Espírito Santo, no período entre 2000 e 2005. *Rev Soc Bras Med Trop*. 2008;41(1):82-6. DOI:10.1590/S0037-86822008000100017

---

Pesquisa financiada pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq – Edital MCT/CNPq 15/2007 – Edital Universal, Processo 473364/2007-7).

Baseado na dissertação de mestrado de Alessandra Gonçalves Lisbôa Pereira, intitulada: “Distribuição espacial da tuberculose e sua correlação com variáveis socioeconômicas no município do Rio de Janeiro nos anos de 2004 a 2006”, apresentada ao Instituto de Estudos de Saúde Coletiva da Universidade Federal do Rio de Janeiro, em 2010.

Os autores declaram não haver conflito de interesses.