

TUBERCULOSE E ANÁLISE ESPACIAL: REVISÃO DA LITERATURA¹

TUBERCULOSIS AND SPATIAL ANALYSIS: LITERATURE REVIEW

LA TUBERCULOSIS Y ANÁLISIS ESPACIAL: REVISIÓN DE LA LITERATURA

NATÁLIA SPERLI GERALDES MARIN DOS SANTOS *

MARIA DE LOURDES SPERLI GERALDES SANTOS **

SILVIA HELENA FIGUEIREDO VENDRAMINI ***

TEREZA CRISTINA SCATENA VILLA ****

ANTONIO RUFFINO-NETTO *****

FRANCISCO CHIARAVALLOTI NETO *****

LUCIANO GARCIA LOURENÇÃO *****

ALEXANDRE LINS WERNECK *****

RESUMO

Objetivo: Analisar no meio científico os artigos que abordem a tuberculose com o uso de ferramentas de sistema de informação geográfica (SIG) e a análise espacial. **Método:** Trata-se de um estudo de revisão bibliográfica, cuja fonte de busca foi o portal eletrônico da Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), as bases de dados Scopus e Web of Knowledge (ISI) pelo portal da Coordenação de aperfeiçoamento de pessoal de nível superior (CAPES). Os descritores utilizados foram tuberculose e análise espacial, tuberculose e sistema de informação geográfica e, tuberculose e características de residência. Realizou-se o ordenamento e a análise da bibliografia científica, de modo a avaliar e discutir aspectos relacionados ao uso das técnicas de análise especial para o controle da tuberculose. **Resultados:** Em relação ao enfoque abordado/discutido, as principais categorias foram: “Situação epidemiológica” (51,0%) e “área de risco de transmissão” (21,6%). As principais conclusões referem-se às incidências elevadas de tuberculose em áreas de pobreza, aglomerado de casos, associação com superlotação, identificação de bacilo por genotipagem, associação com níveis socioeconômicos e demográficos, utilização de sistemas de informação geográfica (SIG) para melhoria da acessibilidade as ações de atenção primária a saúde.

¹ Suporte financeiro: Projeto multicêntrico “*Retardo no diagnóstico da tuberculose: análise das causas em diferentes regiões do Brasil*”, Edital MCT/CNPq/CT-Saúde/MS/SCTIE/DECIT Nº 034/2008, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP - processo Nº 2008/07904-4 (mestrado no país), vigência 03/2009 a 02/2011.

* Enfermeira, Coordenadora do Curso de Graduação em Enfermagem da União das Faculdades dos Grandes Lagos (UNILAGO). Email: nsperli@gmail.com

** Enfermeira, Professora do Departamento de Saúde Coletiva e Orientação Profissional, Faculdade de Medicina de São José do Rio Preto (DESCOP/FAMERP). Email: mlsperli@gmail.com

*** Enfermeira, Professora do Departamento de Saúde Coletiva e Orientação Profissional, Faculdade de Medicina de São José do Rio Preto (DESCOP/FAMERP). Email: silviahve@gmail.com

**** Enfermeira, Professora do Departamento de Enfermagem Materno-Infantil e Saúde Pública da Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo (EERP/USP). Email: tite@eerp.usp.br

***** Médico, Professor do Departamento de Medicina Social, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo (FMRP/USP). Email: aruffino@fmrp.usp.br

***** Engenheiro, Professor do Departamento de Epidemiologia, Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo (FSP/USP). Email: fcneto@riopreto.com.br

***** Enfermeiro, Professor do Departamento de Epidemiologia e Saúde Coletiva, Faculdade de Medicina de São José do Rio Preto (DESC/FAMERP). Email: luciano.famerp@gmail.com

***** Programa de Pós-graduação em Ciências da Saúde da Faculdade de Medicina de São José do Rio Preto (FAMERP). Email: alexandrewerneck@uol.com.br

Conclusões: Análise espacial ajuda a evidenciar a subnotificação de agravos e obter taxas mais fidedignas por meio do mapeamento dos casos, contribuindo para o avanço na gestão pública e diminuição das iniquidades em saúde, além de permitir a otimização dos recursos materiais, financeiros e humanos. Os SIG e ferramentas de análise espacial representam grande avanço para o gerenciamento da tuberculose.

Palavras chave: Tuberculose, análise espacial, sistemas de informação geográfica.

ABSTRACT

Objective: To evaluate in scientific articles addressing tuberculosis about using geographic information systems (GIS) and spatial analysis tools. **Method:** Literature review, whose search source was the Virtual Health Library (VHL), Scopus and Web of Knowledge (ISI) through the data portal of the *Coordenação pessoal aperfeiçoamento de pessoal de nível superior (CAPES)*. Key search terms, tuberculosis and spatial analysis, geographic information system and tuberculosis and characteristics of residence were used in combination with the MeSH search terms. Planning and analysis of the scientific literature in order to evaluate and discuss issues related to the use of spatial analysis techniques for the control of tuberculosis, were conducted. **Results:** Concerning the approach addressed/discussed, the main categories were “epidemiological situation” (51.0%) and “area with risk of tuberculosis transmission” (21.6%). The main findings are related to the high incidence of tuberculosis in areas of poverty, cluster of cases, association with overpopulation, identification of bacillus by genotyping, association with demographic and socioeconomic levels, and use of geographic information systems (GIS) to improve accessibility of actions of primary health care. **Conclusions:** We concluded that the spatial analysis helps to highlight the underreporting on health damages and to obtain more reliable rates through the mapping of cases. It also contributes to improve public management and reduction of inequities in health, and allows the optimization of material, financial and human resources in health. The geographic information systems and the spatial analysis tools represent a considerable improvement in the management of tuberculosis.

Key words: tuberculosis, spatial analysis, geographic information system.

RESUMEN

Objetivo: Examinar en los artículos científicos que se ocupan de la tuberculosis el uso de sistemas de información geográfica (SIG) y herramientas de análisis espacial. **Material y métodos:** Revisión bibliográfica, cuya fuente de búsqueda fue la Biblioteca Virtual en Salud (BVS), Scopus y Web of Knowledge (ISI) a través del portal de datos de la *Coordenação de aperfeiçoamento de pessoal de nível superior (CAPES)*. Los descriptores utilizados fueron: tuberculosis y análisis espacial, tuberculosis y sistema de información geográfica, tuberculosis y características de residencia. Se llevó a cabo la planificación y análisis de la literatura científica con el fin de evaluar y discutir aspectos relacionados con el uso de técnicas de análisis espacial para el control de la tuberculosis. **Resultados:** En relación al enfoque dirigido/discutido las principales categorías fueron: “situación epidemiológica” (51,0%) y “zona de riesgo de transmisión” (21,6%). Los principales hallazgos se refieren a alta incidencia de tuberculosis en áreas de pobreza, grupo de casos asociados a superpoblación, identificación del bacilo por genotipo, asociación con niveles demográficos y socioeconómicos, uso de sistemas de información geográfica para mejorar la accesibilidad a acciones de atención primaria de salud. **Conclusiones:** El análisis espacial ayuda a resaltar el subregistro de lesiones y obtener tasas más fiables mediante la asignación de casos, contribuyendo al avance en la gestión pública y la reducción de inequidades en salud, y permite la optimización de los recursos materiales, financieros y humanos. Los SIG y herramientas de análisis espacial representan un gran avance para el tratamiento de la tuberculosis.

Palabras clave: tuberculosis, análisis espacial, sistema de información geográfica (SIG).

Fecha recepción: 18/06/12. Fecha aceptación: 21/03/14.

INTRODUÇÃO

Os países em desenvolvimento enfrentam as desigualdades sociais, o aumento da pobreza, o crescimento desordenado das cidades e da população aliado à falta de acesso e o despreparo dos serviços de saúde, que dificultam o controle e o manejo da tuberculose e de outras doenças negligenciadas (1, 2).

A dinâmica das doenças infecciosas depende da distribuição espacial dos agentes infecciosos, dos hospedeiros e da probabilidade do encontro dos dois. A transmissão destas doenças a um indivíduo vulnerável diminui quando as distâncias são maiores entre os indivíduos. Isto caracteriza a transmissão da TB, doença que está propensa à agregação e aglomeração de casos (3).

Os sistemas de informação geográfica e a análise espacial são considerados, hoje, como uma importante ferramenta para o controle destas doenças (4). As técnicas mais utilizadas são: mapeamento de doenças, técnicas de aglomeração de casos, estudos da difusão, identificação de fatores de risco por comparação de mapas e análise de regressão (5).

Apesar de serem da década passada, são pouco utilizadas em saúde. Sua utilização é o começo para desenvolvimento de modelos para traçar os locais de risco de doenças (5), principalmente a tuberculose (TB), sendo um importante instrumento para o gerenciamento e planejamento de políticas de saúde (4).

O presente estudo tem por objetivo analisar no meio científico os artigos que abordem a TB com o uso de ferramentas de sistema de informação geográfica e a análise espacial, contribuindo para a identificação do conhecimento referente ao uso de técnicas de análise espacial para o controle da tuberculose.

MÉTODO

Trata-se de um estudo de revisão bibliográfica sobre tuberculose e análise espacial, ou relacionadas a esta temática, publicadas a no período de 2001 a 2010, no qual realizou-se a análise de conteúdo do assunto enfocado.

Para atender o objetivo proposto, realizou-se a revisão integrativa da literatura que consiste em busca exaustiva das produções existentes no meio científico que se remetem ao tema (6). Este método é o único que permite a combinação de diversas metodologias (pesquisa experimental e não experimental), e tem o potencial para desempenhar um papel mais importante na prática baseada em evidências (7). O objetivo desta prática é reunir todo o conhecimento científico produzido na literatura para a implementação na prática do trabalho e gerenciamento em saúde (8).

A pergunta que levou o desenvolvimento do estudo foi: “o que existe de conhecimento referente ao uso de técnicas de análise espacial para o controle da tuberculose?”.

Para tal estudo, definiram-se os critérios de inclusão: publicações em qualquer idioma, no período de 2001 a 2010 e que apresentassem, nos resumos, conteúdos sobre o uso da análise espacial, dos sistemas de informação geográfica ou distribuição espacial da população para o controle da tuberculose.

Após esta etapa, iniciou-se a busca por meio do portal eletrônico da Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), das bases de dados Scopus e Isi Web of Knowledge (ISI) pelo portal da Capes, em outubro de 2010. Os descritores foram “tuberculosis” AND “spatial analysis”, “tuberculosis” AND “geographic information systems” e “tuberculosis” AND “residence characteristics”. O total de publicações encontradas foi de 440 distribuídas da seguinte maneira: BVS, 180 publicações (7,

34 e 139, respectivamente), Scopus, 227 (25, 59 e 143, respectivamente) e ISI, 33 publicações (20, 12 e 1, respectivamente).

Excluíram-se 389 artigos devido a repetições nas buscas, período anterior ao estabelecido, tuberculose animal e abordagem de apenas um dos descritores. Foram utilizados, então, 51 artigos para esta revisão integrativa da literatura.

Todas as publicações selecionadas utilizam em sua metodologia a análise espacial e os sistemas de informação geográfica para avaliar e discutir aspectos relacionados à tuberculose.

A partir deste levantamento bibliográfico foi realizado o ordenamento e análise da bibliografia científica selecionada, de modo a avaliar e discutir os principais aspectos apresentados nos estudos com relação à temática tuberculose e análise espacial, considerando a distribuição das publicações segundo o período de publicação e idioma, periódico de publicação, categorias de análise e enfoques dos resultados e, em cada publicação a fonte e título do estudo e as principais conclusões.

Para o desenvolvimento do estudo não foi necessária a submissão ao Comitê de Ética em Pesquisa por se tratar de pesquisa bibliográfica, portanto de domínio público.

RESULTADOS

A Tabela 1 apresenta a distribuição das publicações por ano e idioma. A grande maioria dos estudos foi publicada em inglês (78,4%), seguido da língua portuguesa (13,7%). Houve um aumento de publicações sobre o tema a partir de 2006, com maior frequência de publicações nos anos de 2006 (13,7%), 2007 (11,8%), 2009 (11,8%) e 2010 (21,6%).

Em relação aos periódicos, os que mais publicaram sobre o tema foram: *International Journal of Tuberculosis Lung Disease* (21,6%), *Tropical Medicine and International Health* (9,8%), *International Journal of Health Geographics* (7,8%). Outros periódicos representaram 31,4% do total das publicações e apresentaram apenas 1 publicação por periódico (Tabela 2).

A Tabela 3 apresenta a distribuição das categorias de análise dos resultados e enfoque abordado/discutido nas publicações. A categoria “Situação epidemiológica” foi a mais constante, com 51,0%. Outra categoria que apresentou 21,6% das publicações foi “Área de risco de transmissão”.

Tabela 1. Distribuição publicações por ano e idioma, 2001-2010.

Ano	Inglês		Francês		Português		Espanhol		Russo		Total	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
2010	9	81,8			1	9,1			1	9,1	11	21,6
2009	5	83,3					1	16,7			6	11,8
2008	3	75,0			1	25,0					4	7,8
2007	5	83,3							1	16,7	6	11,8
2006	6	85,7			1	14,3					7	13,7
2005	2	66,7			1	33,3					3	5,9
2004	3	60,0	1	20,0	1	20,0					5	9,8
2003	1	33,3			1	33,3	1	33,3			3	5,9
2002	3	100,0									3	5,9
2001	3	100,0									3	5,9
Total	40	78,4	1	2,0	7	13,7	2	3,9	2	3,9	51	100,0

Tabela 2. Número de publicação segundo periódicos.

Periódicos de publicação	N	%
Outros	16	31,4
American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine	2	3,9
BMC Infectious Diseases	2	3,9
Cadernos de Saúde Pública	2	3,9
Revista Saúde Pública	2	3,9
Social Science and Medicine	2	3,9
The Southeast Asian J of Trop Med and Public Health	2	3,9
American Journal of Public Health	3	5,9
International Journal of Health Geographics	4	7,8
Tropical Medicine and International Health	5	9,8
International Journal of Tuberculosis Lung Disease	11	21,6
Total	51	100,0

Tabela 3. Publicações por tema e enfoque das publicações.

Tema	N	%	Enfoque	N	%
Situação epidemiológica	26	51,0	Fatores socioeconômicos/ demográficos/ epidemiológicos/ assistência a saúde	15	50,0
			Aglomerados de casos	4	15,4
			Migração e imigração	2	7,7
			Ambientes superlotados	2	7,7
			Retratamento e níveis socioeconômicos	2	7,7
			Áreas de risco	1	3,8
Áreas de risco de transmissão	11	21,6	Imigrantes	4	36,4
			Genotipagem	3	27,3
			Áreas de transmissão	2	18,2
			Padrões espaço temporais	1	9,1
			Mortalidade	1	9,1
Abandono	3	5,9	Níveis socioeconômicos e baixa cobertura	2	66,7
			Domicílios com mais de um caso	1	33,3
Localização de doentes	7	13,7	SIG como ferramenta de controle da TB	5	71,4
			SIG para associar fatores demográficos com incidência	1	14,3
			Tendência histórica da TB	1	14,3
TB e HIV	2	3,9	TB e HIV	2	100,0
TB infantil associada a TB no adulto	1	2,0	TB infantil associada a TB no adulto	1	100,0
DOTS	1	2,0	Direct Observed Treatment Short-course (DOTS)	1	100,0
Total	51	100,0	Total	51	100,0

Na Tabela 4 é apresentada a distribuição das publicações segundo fonte/título, e principais conclusões. Os estudos analisados mostram achados/conclusões importantes como incidências elevadas de tuberculose em áreas de pobreza, aglomerado de casos, asso-

ciação da doença com superlotação, identificação de bacilo de Koch por genotipagem, associação com níveis socioeconômicos e demográficos, utilização de SIG para melhoria da acessibilidade as ações de atenção primária a saúde.

Tabela 4. Distribuição das publicações segundo fonte/título e principais conclusões.

Fonte/ Título	Conclusões
BMC Infectious Diseases. 2010, 10: 21 Bayesian mapping of pulmonary tuberculosis in Antananarivo, Madagascar	O padrão espacial da tuberculose em Antananarivo e a contribuição dos indicadores de programas nacionais de controle a esse padrão destacam a importância dos dados gravados no registro TB e o uso de abordagens espaciais para avaliar a situação epidemiológica da tuberculose. A inclusão dessas variáveis no modelo aumenta a reprodutibilidade, uma vez que estes dados já estão disponíveis para os Centros de Diagnóstico e Controle da Tuberculose. Estes resultados também podem ser úteis para orientar as decisões relacionadas às estratégias de controle da doença.
Asian Pacific of Tropical Medicine. 2010 Jun; 3(6): 486-49 Investigation of tuberculosis clusters in Dehradun city of India	A metodologia de análise espacial tem um grande potencial de uso na vigilância da tuberculose para detectar os agrupamentos de casos da doença.
Rev. Soc. Bras. Med. Trop. [online]. 2010, vol. 45, n.3 Análise espacial da tuberculose infantil no estado do Espírito Santo, 2000 a 2007	Identificou possíveis áreas de transmissão recente da doença, destacando que o conhecimento dos locais prioritários para o controle, pode auxiliar a gestão pública na diminuição das iniquidades em saúde e permitir uma otimização dos recursos e das equipes no controle da tuberculose infantil.
Int J Tuberc Lung Dis. 2010; 14(5): 585-592 Neighbourhood risk factors for tuberculosis in Hong Kong	Ao examinar a distribuição espacial da tuberculose e sua associação com fatores de risco, os autores observaram que a baixa renda familiar foi associada com a TB, independentemente do local de nascimento, estado civil e outros fatores de risco.
Int J Tuberc Lung Dis. 2010; 14(6): 708-713 An analysis of spatial and socio-economic determinants of tuberculosis in Hermosillo, Mexico, 2000-2006	Os SIG e análise espacial foram ferramentas úteis para detectar áreas de risco elevado de tuberculose na cidade de Hermosillo. Essas áreas podem ser vulneráveis devido ao baixo nível socioeconômico. O estudo de pequenas áreas geográficas em áreas urbanas semelhantes à Hermosillo pode direcionar as ações para a prevenção e controle da TB.
Int J Tuberc Lung Dis 2010; 14(4): 454-463 Predictors and mortality associated with treatment default in pulmonary tuberculosis	O principal risco para o abandono do tratamento pode ser influenciável, assim deve-se concentrar as ações para os socialmente desfavorecidos e prevenir o abuso de álcool, com especial atenção dada aos doentes com MDR-TB.
Tropical Medicine and International Health. 2010; 15(6): 664-672 Spatial analysis of tuberculosis in an Urban West African setting: is there evidence of clustering?	Há evidências de agrupamento significativo de casos de TB no Gâmbia. Uso sistemático das tecnologias espaciais para detecção de TB Gâmbia pode ajudar na implantação eficaz dos recursos.
Southeast Asian J Trop Med Public Health. 2010; 41(3) Modeling the incidence of tuberculosis in Southern Thailand	Uso de SIG identificou áreas de menor nível socioeconômico e uso de drogas com altas taxas de incidência de TB.
American journal of respiratory and critical care medicine. 2010; 182(3): 420-425 Revisiting rates of reactivation tuberculosis: a population-based approach	Houve uma diminuição nas taxas de reativação de TB desde 1950 que pode ser atribuído o desaparecimento de idosos e cura da doença.

Continuação Tabela 4.

BMC Infectious Diseases. 2010, 10: 23	A carga de TB na população sul-africana é alta. É necessário implementar as estratégias maiores para o caso ativo em áreas rurais e se concentrar no fortalecimento de cuidados de saúde primários.
The tuberculosis challenge in a rural South African HIV programme	
Problemy sotsialnoi gigieny, zdravookhraneniia i istorii meditsiny / NII sotsialnoi gigieny, ekonomiki i upravleniia zdravookhraneniem im. N.A. Semashko RAMN; AO "Assotsiatsiia 'Meditsinskaia literatura'" 2010; (1):16-19	No decorrer do estudo de significativos fatores sociais e condições que caracterizam os pacientes com tuberculose ativa foram identificados. Dependendo do local de residência do paciente a elaboração de um conjunto de medidas especificamente orientadas é necessário.
Peculiarities of a socio-hygienic picture of tuberculosis patients depending on the place of residence	
Tropical Medicine and International Health. 2009 Apr; 14(4): 429-437	Ao analisar a distribuição espacial da tuberculose em Antananarivo e investigar fatores de risco, os autores concluíram que o conhecimento sobre distribuição da TB pode ajudar as autoridades de saúde pública a intensificar as suas ações em áreas prioritárias.
Spatial clustering of pulmonary tuberculosis and impact of the care factors in Antananarivo City	
Int J Tuberc Lung Dis. 2009; 13(6): 767-774	A combinação de técnicas qualitativas com o mapeamento SIG pode melhorar a compreensão do potencial de transmissão da tuberculose dentro de uma comunidade e orientar intervenções de saúde pública para melhorar os esforços de controle da TB.
A multidisciplinary method to map potential tuberculosis transmission 'hot spots' in high-burden communities	
S Afr Med J. 2009 Oct; 99(10): 738-43	Um SIG foi usado para definir espacial e temporalmente as relações entre a exposição à tuberculose e o surgimento da doença em crianças <15 anos de idade, com a exposição ao adulto doente com TB, HIV-positivos e HIV-negativos, em lotes residenciais entre 1997 e 2007. Aquisição de infecção TB não foi associada com status de HIV do adulto com TB ao qual a criança foi exposta, e 36% dos casos de tuberculose foram diagnosticados criança antes que o caso adulto temporalmente mais próximo de sua casa. Um melhor conhecimento das redes sociais de adultos e crianças nos municípios facilitaria a busca ativa, melhorando as estratégias de controle da TB.
Childhood tuberculosis infection and disease: a spatial and temporal transmission analysis in a South African township	
Int J Tuberc Lung Dis. 2009; 13(9): 1077-1085	Os autores recomendam o uso de SIG pelos programas de TB para locação dos casos e análise segundo a densidade populacional.
Disparities in tuberculosis between Asian/Pacific Islanders and non-Hispanic Whites, United States, 1993-2006	
Revista Espanola de Salud Publica. 2009; 83(5): 737-744	Os resultados comprovam que o método de co-krigagem é uma ferramenta útil para mostrar a distribuição espacial do risco. Alternativamente, a tuberculose está associada tanto com covariáveis sociais e epidemiológicas.
Space distribution of tuberculosis in Spain by geostatistical methods	
BMC Public Health. 2009; 9: 464	O mapeamento de grupos de doentes ajuda a esclarecer questões como os aspectos espaciais para eventos importantes de saúde, contribuindo para a avaliação de fatores de risco espaciais, facilitando o planejamento de políticas de saúde mais vantajosas e a implementação de serviços de saúde eficazes.
Spatial autocorrelation analysis of health care hotspots in Taiwan in 2006	
Emerging Infectious Diseases. 2008 Sep; 14(9)	Analisando a distribuição e a magnitude da TB em residentes permanentes e populações migrantes de Pequim, República Popular da China, de 2000 a 2006, os autores concluíram que as flutuações populacionais têm afetado a taxa de prevalência da tuberculose, em Pequim, e intervenções para controlar a TB deve incluir a população migrante.
Spatial Analysis of Tuberculosis Cases in Migrants and Permanent Residents, Beijing, 2000-2006	
World Health Popul; 10(2): 5-15, 2008	O estudo identificou padrões espaciais e temporais na distribuição da tuberculose, fornecendo um meio de quantificar os riscos da doença explícito e estabelece uma base para prosseguir uma investigação mais aprofundada sobre os fatores ambientais responsáveis para o aumento deste risco. Esta informação é importante para orientar as decisões sobre as estratégias de controle da tuberculose.
Spatial and temporal variations in incidence of tuberculosis in Africa, 1991 to 2005.	

Continuação Tabela 4.

Cadernos de Saude Publica. 2008; 24(5): 1013-1023 Association between social deprivation and causes of mortality among elderly residents in the city of Recife, Pernambuco State, Brazil	O estudo demonstrou significância estatística positiva entre privação social e mortalidade em pessoas idosas.
International Journal of Tuberculosis and Lung Disease. 2008;12(12): 1425-1430 Tuberculosis in socio-economically deprived neighborhoods: Missed opportunities for prevention	Identificaram-se áreas com privação socioeconômica com altas taxas de incidência de TB.
BMC Infectious Diseases. 2007; 7: 26 Geographic prediction of tuberculosis clusters in Fukuoka, Japan, using the space-time scan statistic	As técnicas de análise espacial são eficazes para descrição de agrupamentos de doenças circulares. Considerando que as doenças infecciosas podem formar outros tipos de fragmentação, a eficácia do método pode ser limitada de acordo com a prática atual. A sofisticação da metodologia analítica é um tema para futuros estudos.
International Journal of Health Geographics. 2007; 6: 30 Tuberculosis incidence in Portugal: spatiotemporal clustering	A metodologia proposta permitiu a identificação de áreas críticas espaço-temporais em Portugal. Os parâmetros de semivariograma foram aplicados com sucesso para definir tamanhos de janela de varredura espaço-temporais e formas elipsoidais (cilindros), mostrando resultados muito bons e performances no estudo de caso. Após a definição dos grupos, estes foram autenticados por meio de um método de validação, com base em simulações de geoestatística.
Probl Tuberk Bolezn Legk. 2007; (2): 3-9 Geoinformation technologies in phthisiology	SIG pode ser efetivamente usado em tisiologia, desde que os procedimentos de rotina para detecção de tuberculose sejam realizados adequadamente. Os SIG podem ajudar na detecção de tuberculose quando os contatos não podem ser monitorados na forma usual. Seus resultados podem ser usados para corrigir as medidas de controle da doença. Estudos envolvendo estas técnicas são necessários para mostrar o impacto do uso dos SIGs no monitoramento e controle da TB.
Proc. SPIE 6754, Geoinformatics 2007: Geospatial Information Technology and Applications, 67541J Impact of floating population on the epidemic of tuberculosis: a spatial analysis	Os resultados de análise espacial indicaram que a população flutuante tem uma influência drástica sobre a epidemia de tuberculose em Pequim. As medidas de controle devem incorporar o efeito da população flutuante
Tropical Medicine and International Health. 2007; 12(3): 323-330 Tuberculosis in intra-urban settings: A Bayesian approach	A possibilidade de estimativa tanto a participação de co-variáveis a nível ecológico e do padrão espacial deve ser incentivada em epidemiologia, e pode ajudar com o estabelecimento de Sistemas de Vigilância Epidemiológica em uma base territorial, que permite o planejamento racional das intervenções e melhoria do controle da eficácia do programa.
International Journal of Tuberculosis and Lung Disease. 2007; 11(6): 632-638 Use of geographic and genotyping tools to characterise tuberculosis transmission in Montreal	Destaca-se uma cidade com baixa incidência de TB, mas pela análise espacial e molecular nota-se uma transmissão local em curso.
Soc Sci Med. 2006 Jul; 63(2): 501-11 Dwellings, crowding, and tuberculosis in Montreal	Utilizando os endereços residenciais para geocodificar os casos de TB ativa em Montreal entre 1996 e 2000, e determinar se a habitação, densidade residencial e aglomeração são associadas de forma independente com a ocorrência da tuberculose em um cenário de baixa incidência, os autores puderam observar associação desses fatores com a doença.
International Journal of Health Geographics. 2006; 5: 33 Investigation of geo-spatial hotspots for the occurrence of tuberculosis in Almora district, India, using GIS and spatial scan statistic	A metodologia estatística espacial de varredura utilizado no estudo tem um potencial de uso em vigilância da tuberculose para detectar os verdadeiros agrupamentos da doença.
Int J Health Geogr. 2006; 5: 34 Linking the global positioning system (GPS) to a personal digital assistant (PDA) to support tuberculosis control in South Africa: a pilot study	O estudo mostrou que é viável a utilização de um dispositivo PDA/GPS simples para localizar as casas dos pacientes. Pesquisas avaliando confidencialidade e eficácia de custo são necessárias antes da efetiva implementação do PDA/GPS nos programas de tuberculose. Entretanto, este dispositivo pode ser usado para reduzir parte dos encargos dos programas de controle da tuberculose.

Continuação Tabela 4.

Rev Saúde Pública 2006; 40(2): 265-70 Distribuição espacial da coinfeção M. tuberculosis/HIV no Estado de São Paulo, 1991-2001	A coordenadas geográficas estão associadas ao risco da tuberculose, mas não de Aids no estado de São Paulo.
International Journal of Tuberculosis and Lung Disease 2006; 11(6): 632-638 Use of geographic and genotyping tools to characterise tuberculosis transmission in Montreal	A construção de habitação e recursos, nomeadamente habitações em edifícios mais altos e novos, com menor valor de revenda, e habitações em blocos residenciais com alta densidade, bem como a aglomeração, foram associados à ocorrência de TB, após ajuste por fatores sociodemográficos.
Am J Respir Crit Care Med. 2006; 174(5): 599-604 What is the outcome of targeted tuberculosis screening based on universal genotyping and location?	A genotipagem combinada com análise de sistemas de informação geográfica pode ser potencialmente usada para definir status de alto risco e definir áreas para projeções de TB baseadas em localização.
American Journal of Public Health. 2006; 96(4): 685-690 An ecological study of tuberculosis transmission in California	As técnicas utilizadas neste trabalho fornecem uma maneira de analisar uma doença dentro de seu contexto social. Os resultados confirmam que a tuberculose na Califórnia, continua a ser uma doença da pobreza e minorias raciais / étnicas.
Int J Tuberc Lung Dis. 2005; 9(12): 1320-1326 Socio-demographic and geographic indicators and distribution of tuberculosis in Hong Kong: a spatial analysis	Associação da incidência de TB com áreas de baixo nível de escolaridade, idade avançada e determinantes de pobreza.
Tropical Medicine and International Health. 2005 Apr; 10(4): 305-311 Changes in the geographical distribution of tuberculosis patients in Veracruz, Mexico, after reinforcement of a tuberculosis control programme	O uso de SIG para comparar a distribuição geográfica da TB antes e após o tratamento diretamente supervisionado (DOTS) mostraram que o reforço do programa de controle da TB reduziu a incidência de resistência a múltiplas drogas e que os episódios ocorridos foram localizados em áreas remotas e mais pobres.
Rev Saude Publica. fev. 2005; 39(1): 82-89 Tuberculose no Brasil: construção de um sistema de vigilância de base territorial	Duas das três variáveis explicativas associadas a maiores taxas de incidência da doença são informações que devem ser monitorizadas, em nível local, pelo sistema de vigilância da tuberculose. O simples mapeamento de casos de retratamento e de domicílios com ocorrência de repetidos casos, permitiria refinar o foco de atenção em micro-áreas prioritárias para intervenções intensivas, como forma de enfrentar o problema da tuberculose.
Epidemiologia e Serviços de Saúde. 2004; 13(3): 175-184 Tratamento da tuberculose pulmonar em Cuiabá, Mato Grosso, Brasil (1998-2000): distribuição espacial	A incidência de abandono do tratamento da TB em Cuiabá é alta, especialmente em áreas de precária situação socioeconômica e baixa cobertura por unidades de tratamento.
Cartographica. 2004; 39(2): 29-40 The utility of exploratory spatial data analysis in the study of tuberculosis incidences in an urban Canadian population	Os principais objetivos deste estudo foram elaborar o SIG baseado em processo de análise exploratória de dados espaciais para explorar a incidência de sua associação com fatores socioeconômicos e destacar as falhas nos procedimentos de coleta de dados para a investigação epidemiológica e de saúde.
International Journal of Technology, Policy and Management. 2004; 4(1): 63-80 The status and role of modern mapping technology in Botswana	Estudo examinou a pertinência e aplicação dos SIG com as estatísticas de saúde, com especial referência para a disseminação da tuberculose.
Rev Mal Respir 2004 ; 21: 272-8 Situation épidémiologique de la tuberculose en Ile-de-France en 2001	O Uso de SIG identificou áreas com maior porcentagem de estrangeiros como de risco para a TB, sendo estas de maior incidência. Ressaltando a importância de reforçar a luta contra a doença e implementar o necessário para lutar de forma eficaz contra a propagação da doença em áreas e grupos de risco.

Continuação Tabela 4.

International Journal of Health Geographics. 2004; 3: 23 Using GIS technology to identify areas of tuberculosis transmission and incidence	Usando a análise de SIG associada a vigilância epidemiológica molecular pode-se identificar locais de transmissão da TB. Método que pode ser usado para rastreamento e controle com o intuito de interromper a transmissão e reduzir a incidência da doença.
Cad. Saúde Pública. 2003; (4): 915-922 Distribuição espacial da mortalidade por tuberculose em Salvador, Bahia, Brasil	A mortalidade por tuberculose ainda representa um problema de saúde relevante em Salvador e na maioria dos seus distritos sanitários. O controle da doença requer melhoria progressiva das condições de vida da população da cidade, apontando também, para a necessidade de implementação de políticas de saúde, voltadas para populações residentes em áreas de maior risco em relação à morte por tuberculose, no sentido de progredir no controle do problema no município.
Cad. Saúde Pública. 2003; 19(5): 1305-1312 Un estudio ecológico sobre tuberculosis en un municipio de Cuba	Associação direta da incidência de TB com a porcentagem de família com problemas disfuncionais e com a população que vivem com algum tipo de aglomeração e inversa com a densidade populacional.
Int J Tuberc Lung Dis. 2003; 7(3): 271-277 Tuberculosis transmission patterns in a high-incidence area: a spatial analysis	Uso de SIG indicou concentração de casos em áreas de alta incidência e associação de TB com desemprego, a superlotação.
Social Science & Medicine. 2002; 55: 7-19 Spatial patterns of tuberculosis incidence in Cologne (Germany)	Encontrou forte associação entre imigrantes e incidência de TB entre toda a população e menores de 60 anos, forte correlação em ter as condições econômicas. A epidemia do HIV/Aids tem um efeito negligenciável na situação da população com TB.
Int J Tuberc Lung Dis. 2002; 6(11): 1001-1011 Historic and recent events contribute to the disease dynamics of Beijing-like Mycobacterium tuberculosis isolates in a high incidence region	Identificação de cepas da mesma linhagem e aglomerados populacionais com alta prevalência de TB.
Tropical Medicine and International Health. 2002; 7(1): 80-90 The application of GIS technology to equitably distribute fieldworker workload in a large, rural South African health survey	Uso de SIG para aumentar a acessibilidade aos serviços de atenção primária e distribuição equitativa aos moradores de áreas rurais em países em desenvolvimento. A tecnologia poderia contribuir ergonomicamente para a atenção domiciliar e no DOTS informando a localização de serviços de saúde a trabalhadores de campo.
American Journal of Public Health. September 2001; 91(9): 1487-1493 Neighborhood Poverty and the Resurgence of Tuberculosis in New York City, 1984-1992	Uso de SIG identificou que a epidemia de TB está fortemente associada com a pobreza.
Thorax. 2001; 56: 173-179 Tuberculosis at the end of the 20th century in England and Wales: results of a national survey in 1998	O desenvolvimento da vigilância da TB com uso na Inglaterra e estudo da prevalência de HIV em doentes de TB mostrou uma mudança na epidemiologia da doença e aumento no número anual de casos. Mais de um terço dos casos ocorrem em adultos jovens e as taxas são elevadas nos imigrantes de áreas do mundo com alta prevalência. A distribuição geográfica é desigual com centros urbanos tendo a maior taxa. A TB em co-infectados com HIV tem uma contribuição pequena, mas importante para o aumento global.
American Journal of Public Health. May 2001; 91(5) Zip Code-Level Risk Factors for Tuberculosis: Neighborhood Environment and Residential Segregation in New Jersey, 1985-1992	Uso de SIG identificou setores censitários de alto risco associados a presença de hispânicos e afroamericanos em New Jersey.

DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

A análise espacial é considerada como importante instrumento de avaliação de doenças como a TB, pois ajuda a evidenciar a subnotificação de agravos e obter taxas fidedignas por meio do mapeamento dos casos. Estas técnicas contribuem para o avanço na gestão pública na diminuição das iniquidades em saúde, além de permitir a otimização dos recursos materiais, financeiros e humanos (9-11).

Segundo Tiwari et al. (12), a identificação de aglomerados de casos da TB pode ser útil para a vigilância da doença por identificar os fatores que contribuem para a sua disseminação e para o planejamento de políticas públicas viáveis para o seu controle. Este tipo de abordagem também contribui para demonstrar áreas com altas taxas de prevalência e incidência (13).

Vários estudos realizados em diversos países como Japão (13, 14), Índia (12, 15), Madagascar (3) e Portugal (16) associaram a epidemiologia da TB aos sistemas de informação geográfica. Álvarez-Hernández et al. (17) diz que os SIG e análise espacial são ferramentas úteis para detectar áreas de alto risco da TB e que estas podem ser vulneráveis devido ao baixo nível socioeconômico (13). Quanto mais grave as condições sociais e econômicas piores são as condições de vida do indivíduo gerando um aumento da vulnerabilidade e, conseqüentemente, as chances do adoecimento por doenças com a TB (10, 16, 18).

Outra causa contribuinte para este fato é a questão do abandono do tratamento e superlotação dos ambientes, principalmente quando os níveis socioeconômicos são menores (3, 19). A qualidade da assistência prestada ao doente de TB também foi um fator determinante deste risco (19). Devido a estes fatores, a TB pulmonar é um problema potencial e os objetivos das decisões políticas relacionam-se à detecção de casos por meio

da busca ativa, prevenção ou controle de TB nessas áreas consideradas de risco (3, 12).

Locais com grandes concentrações populacionais facilitam a transmissão da TB, sendo que bares, clínicas e igrejas apresentaram maior risco. Estas informações associado ao mapeamento pelo SIG podem identificar o deslocamento dos doentes, demonstrando o caminho e os locais por onde percorreram, além de identificar se estes possuem as mesmas cepas do *Mycobacterium tuberculosis*, contribuindo para identificar tais áreas de risco. Para a eficiência do planejamento das ações de controle da doença devem-se articular medidas intersetoriais com uma abordagem transdisciplinar (20, 21).

A migração populacional também interfere na prevalência da doença. Um estudo realizado em Pequim identificou quatro áreas com grande número de migração e maior densidade populacional e com maiores taxas de incidência e prevalência de TB (22). Managan et al. (18) examinou as disparidades nas características e taxas dos doentes de TB em asiáticos e brancos não-hispânicos nos Estados Unidos. Ele revela que a probabilidade dos estrangeiros em adoecer é maior devido às condições de vida, pois a maioria vive em áreas com elevada densidade populacional, sem acesso aos serviços de saúde, baixa escolaridade vivendo em condições de pobreza (18, 22). Para diminuir estas disparidades devem-se realizar mais estudos que apontem as lacunas que contribuam para esta situação e sirvam para direcionar as equipes dos serviços de saúde e gestores (10, 18).

O uso de tecnologias como a análise espacial é um grande aliado para o controle e avaliação de doenças, principalmente a TB. Apesar de terem surgido na década passada, são pouco utilizadas na área da saúde devido à falta de conhecimento dos profissionais em lidar com tal tecnologia (9, 11, 23). Ela pode ser aplicada desde os procedimentos de rotina para a detecção de casos e localização de doentes (5, 23) quando aliado a um sistema de posicionamento global (GPS) para encon-

trar os faltosos, contribuindo para a redução do abandono, além de determinar possíveis áreas de risco de transmissão em áreas de difícil localização e acesso (24).

Outro fator que contribui para o agravamento da TB é coinfeção com o vírus HIV. Segundo Vendramini et al. (10) o padrão de risco é maior para as populações menos favorecidas, com baixos índices de condições de vida e em vivendo em situação de pobreza gerando um agravamento nas duas epidemias. Ressalta ainda que esta situação epidemiológica representa um desafio para o controle destas doenças.

Em relação a TB infantil, Middelkoop et al. (25) diz que ela está relacionada a prevalência da doença no adulto sendo assim um importante marcador para a transmissão devendo ser monitorada em ambientes com alta carga do bacilo. Por ter sinais e sintomas inespecíficos, a TB na infância tem um diagnóstico dificultado e conseqüentemente, leva um maior tempo para ser descoberta. A análise espacial contribui para quantificar a exposição à doença e expõe as principais causas relacionadas ao espaço geográfico (11).

Um estudo realizado na cidade de Veracruz, México, comparou a distribuição geográfica da TB antes e após a implantação da estratégia DOTS para avaliar o programa de controle da TB (26).

Concluiu-se que os sistemas de informação geográfica e as ferramentas de análise espacial constituem um importante instrumento para o monitoramento e a controle da tuberculose que representa, ainda, um grave problema de saúde pública no Brasil. Estes instrumentos, quando adequadamente utilizados, contribuem para avaliação e identificação de fatores de risco que devem ser considerados no planejamento das políticas de saúde, com o objetivo de melhorar os índices de diagnóstico, tratamento e cura da doença.

Conflito de interesse: Os autores declaram não haver nenhum tipo de conflito de interesse no desenvolvimento do estudo.

REFERÊNCIAS

1. Motta MCS, Villa TCS, Golub J, Kritski AL, Ruffino-Netto A, Silva DF, et al. Access to tuberculosis diagnosis in Itaboraí City, Rio de Janeiro, Brazil: the patient's point of view. *Int J Tuberc Lung Dis.* 2009; 13(9): 1137-1141.
2. Santos MSG, Villa TCS, Vendramini SHF, Cardozo-Gonzáles RI, Palha PF, Santos NSGM dos, et al. Gerência das ações de controle da tuberculose em municípios prioritários do interior paulista. *Texto context- enferm.* 2010; 19(1): 64-9.
3. Randremanana RV, Richard V, Rakotomanana F, Sabatier P, Bicout DJ. Bayesian mapping of pulmonary tuberculosis in Antananarivo, Madagascar. *BMC Infect Dis.* 2010, 10: 21.
4. Chronaki CE, Berthier A, Lleo MM, Esterle L, Lenglet A, Simon F, et al. A satellite infrastructure for health early warning in post-disaster health management. *Stud Health Technol Inform.* 2007; 129(1): 87-91.
5. Tsai PJ, Lin ML, Chu CM, Perng CH. Spatial autocorrelation analysis of health care hotspots in Taiwan in 2006. *BMC Public Health.* 2009; 9: 464.
6. Pompeo DA, Rossi LA, Galvão CM. Revisão integrativa: etapa inicial do processo de validação de diagnóstico de enfermagem. *Acta Paul Enferm.* 2009; 22(4): 434-438.
7. Whittemore R, Knafl K. The integrative review: updated methodology. *J Adv Nurs.* 2005 Dec; 52(5): 546-553.
8. Ursi ES, Galvão CM. Prevenção de lesões de pele no perioperatório: revisão integrativa da literatura. *Rev Lat Am Enfermagem.* 2006; 14(1): 124-31.
9. Hino P, Villa TCS, Sassaki CM, Nogueira J de A, Santos CB. Geoprocessing in health area. *Rev Lat Am Enfermagem.* 2006; 14(6): 939-43.
10. Vendramini SHF, Santos NSGM dos, San-

- tos MLSG, Chiaravalloti Neto F, Ponce MAZ, Gazetta CE, et al. Análise espacial da co-infecção tuberculose/HIV: relação com níveis socioeconômicos em município do sudeste do Brasil. *Rev Soc Bras Med Trop.* 2010; 43(5).
11. Sales CMM, Figueiredo TAM, Zandonade E, Maciel ELN. Spatial analysis on childhood tuberculosis in the State of Espírito Santo, Brazil, 2000 to 2007. *Rev Soc Bras Med Trop.* 2010; 43(4): 435-439.
 12. Tiwari N, Kandpal V, Tewari A, Ram Mohan Rao K, Tolia VS. Investigation of tuberculosis clusters in Dehradun city of India. *Asian Pac J Trop Med.* 2010; 3(6): 486-490.
 13. Onozuka D, Hagihara A. Geographic prediction of tuberculosis clusters in Fukuoka, Japan, using the space-time scan statistic. *BMC Infect. Dis.* 2007; 7: 26.
 14. Pang PTT, Leung CC, Lee SS. Neighbourhood risk factors for tuberculosis in Hong Kong. *Int J Tuberc Lung Dis.* 2010; 14(5): 585-592.
 15. Tiwari N, Adhikari CMS, Tewari A, Kandpal V. Investigation of geo-spatial hotspots for the occurrence of tuberculosis in Almora district, India, using GIS and spatial scan statistic. *Int J Health Geogr.* 2006; 5: 33.
 16. Nunes C. Tuberculosis incidence in Portugal: spatiotemporal clustering. *Int J Health Geogr.* 2007; 6: 30.
 17. Álvarez-Hernández G, Lara-Valencia F, Reyes-Castro PA, Rascón-Pacheco RA. An analysis of spatial and socio-economic determinants of tuberculosis in Hermosillo, México, 2000-2006. *Int J Tuberc Lung Dis.* 2010; 14(6): 708-713.
 18. Manangan L, Elmore K, Lewis B, Pratt R, Armstrong L, Davison J, et al. Disparities in tuberculosis between Asian/Pacific Islanders and non-Hispanic Whites, United States, 1993-2006. *Int J Tuberc Lung Dis.* 2009; 13(9): 1077-1085.
 19. Randremanana RV, Sabatier P, Rakotomanana F, Randriamanantena A, Richard V. Spatial clustering of pulmonary tuberculosis and impact of the care factors in Antananarivo City. *Trop Med Int Health.* 2009; 14(4): 429-437.
 20. Wanyeki I, Olson S, Brassard P, Menzies D, Ross N, Behr M, et al. Dwellings, crowding, and tuberculosis in Montreal. *Soc Sci Med.* 2006; 63(2): 501-11.
 21. Murray EJ, Marais BJ, Mans G, Beyers N, Ayles H, Godfrey-Faussett P, et al. A multidisciplinary method to map potential tuberculosis transmission 'hot spots' in high-burden communities. *Int J Tuberc Lung Dis.* 2009; 13(6): 767-774.
 22. Jia ZW, Jia XW, Liu YX, Dye C, Chen F, Chen CS, et al. Spatial Analysis of Tuberculosis Cases in Migrants and Permanent Residents, Beijing, 2000-2006. *Emerg Infect Dis.* 2008; 14(9).
 23. Khovanov AV, Nechaev VI, Barkov VA. Geoinformation technologies in phthiology. *Probl Tuberk Bolezn Legk.* 2007; (2): 3-9.
 24. Dwolatzky B, Trengove E, Struthers H, McIntyre JA, Martinson NA. Linking the global positioning system (GPS) to a personal digital assistant (PDA) to support tuberculosis control in South Africa: a pilot study. *Int J Health Geogr.* 2006; 5: 34.
 25. Middelkoop K, Bekker LG, Morrow C, Zwane E, Wood R. Childhood tuberculosis infection and disease: a spatial and temporal transmission analysis in a South African township. *S Afr Med J.* 2009 Oct; 99(10): 738-43.
 26. Jacobson LM, Garcia-Garcia MDL, Hernandez-Avila JE, Cano-Arellano B, Small PM, Sifuentes-Osornio J, et al. Changes in the geographical distribution of tuberculosis patients in Veracruz, México, after reinforcement of a tuberculosis control programme. *Trop Med Int Health.* 2005; 10(4): 305-311.