

*Dinâmica da tuberculose a partir de análise espacial: revisão integrativa**Tuberculosis dynamics from spatial analysis: integrative review**Dinámica de la tuberculosis a partir del análisis espacial: revisión integradora*

Shirley Verônica Melo Almeida Lima^{1,2}, Monique Dinízio dos Santos¹, Liana Dantas Silva¹, Jéssica Carvalho Nascimento¹, Allan Dantas dos Santos¹, Elias Teixeira de Oliveira³, Karina Conceição Gomes Machado de Araújo², Marco Antonio Prado Nunes²

¹ Universidade Federal de Sergipe, Departamento de Enfermagem, Lagarto, Sergipe, Brasil.

² Universidade Federal de Sergipe, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, São Cristóvão, Sergipe, Brasil.

³ Universidade de São Paulo, Departamento de Enfermagem, Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil.

ABSTRACT

Objective: to analyze from literature, the contributions of spatial analysis to comprehend the tuberculosis dynamics. **Method:** integrative review of literature performed within 2008 to 2017, developed from published manuscripts in any language on LILACS, PubMed and SCOPUS databases. **Results:** 140 studies were retrieved, of which 50 were included. The main findings refer to predominance of the use of tuberculosis incidence rates as outcome variable and its association with social and geographic conditions. The American continent presented the highest number of studies, although the African countries presented the highest incidence rates. **Conclusion:** the complexity of tuberculosis incidence in the geographic space is associated with epidemiologic factors. The spatial analysis presents advancements for the management of tuberculosis worldwide allowing identifying inequalities and health conditions of a population.

Descriptors: Tuberculosis; Spatial Analysis; Epidemiology; Review.

RESUMO

Objetivo: analisar a partir da literatura, as contribuições da análise espacial para compreender a dinâmica da tuberculose. **Método:** revisão integrativa da literatura realizada no período de 2008 a 2017, desenvolvida a partir de manuscritos publicados em qualquer idioma nas bases de dados LILACS, PubMed e SCOPUS. **Resultados:** foram resgatados 140 estudos, dos quais 50 incluídos. Os principais achados referem-se à predominância do uso das taxas de incidência de tuberculose como variável de desfecho e sua associação com as condições sociais e geográficas. O continente americano apresentou o maior número de estudos, apesar dos países africanos apresentarem as maiores taxas de incidência. **Conclusão:** a complexidade da incidência da tuberculose no espaço geográfico está associada aos fatores epidemiológicos. A análise espacial representa avanços para o gerenciamento da tuberculose mundialmente permitindo identificar desigualdades e condições de saúde de uma população.

Descritores: Tuberculose; Análise Espacial; Epidemiologia; Revisão.

RESUMÉN

Objetivo: Analizar a partir de la literatura las contribuciones del análisis espacial para comprender la dinámica de la tuberculosis. **Método:** revisión bibliográfica integradora realizada entre 2008 y 2017, desarrollada a partir de manuscritos publicados en cualquier idioma en las bases de datos LILACS, PubMed y SCOPUS. **Resultados:** se rescataron 140 estudios, de los cuales se incluyeron 50. Los principales hallazgos se refieren al predominio del uso de tasas de incidencia de tuberculosis como variable de resultado y su asociación con condiciones sociales y geográficas. El continente americano presentó el mayor número de estudios, aunque los países africanos tuvieron las tasas de incidencia más altas. **Conclusión:** La complejidad de la incidencia de tuberculosis en el espacio geográfico está asociada a factores epidemiológicos. El análisis espacial representa los avances en el manejo de la tuberculosis en todo el mundo, lo que permite identificar las desigualdades y las condiciones de salud de una población.

Descriptores: Tuberculosis; Análisis Espacial; Epidemiología; Revisión.

Como citar este artigo:

Lima SVMA, dos Santos MD, Silva LD, Nascimento JC, dos Santos AD, de Oliveira ET, et al. Tuberculosis dynamics from spatial analysis: integrative review. Rev Pre Infec e Saúde [Internet]. 2019;5:9194. Available from: <http://www.ojs.ufpi.br/index.php/nupcis/article/view/9194> DOI: <https://doi.org/10.26694/repis.v5i0.8822>

INTRODUÇÃO

A tuberculose (TB) é uma doença causada por um bacilo de crescimento lento, *Mycobacterium tuberculosis*, aeróbio estrito, álcool-ácido resistente (BAAR), de transmissibilidade aerógena, que afeta prioritariamente os pulmões. Está intimamente associada à pobreza, às más condições de vida e de habitação e à aglomeração humana.¹

Apesar da implementação governamental de diversas estratégias de controle e vigilância, a TB continua sendo um grande problema de saúde pública.² Estima-se que um terço da população mundial esteja infectada pelo bacilo de Koch. As regiões da África e Ásia são as que apresentam maior risco para o adoecimento. Seis países foram responsáveis por 60% dos novos casos de TB no mundo em 2015: Índia, Indonésia, China, Nigéria, Paquistão e África do Sul. O progresso global para o enfrentamento da doença depende de avanços na prevenção e cuidado ao paciente em todos os países de alta carga de TB, dentre eles o Brasil.³

A problemática da TB reflete o estágio de desenvolvimento social do país, em que os determinantes da pobreza, condições sanitárias precárias, aumento significativo de casos da síndrome da imunodeficiência adquirida (AIDS), crescimento populacional, grandes movimentos migratórios e deficiências de organização da gestão e dos serviços de saúde limitam as ações de erradicação da doença, fazendo com que ela permaneça endêmica principalmente nas populações mais vulneráveis, justificando a persistência da TB como grave problema de saúde pública.^{4,5}

Os países em desenvolvimento, como o Brasil, são os que apresentam as mais altas taxas

de incidência da doença, pois compartilham de algumas características comuns às regiões globais de alto risco, como o alto índice de urbanização, grande desigualdade social e diversidade étnica e cultural, bem como o controle negligenciado pelas políticas públicas e sociedade, dificultando a compreensão da dinâmica da doença e a capacidade de resposta.⁶

Nas últimas décadas, o desenvolvimento de novas técnicas estatísticas aplicadas à epidemiologia bem como a utilização de computadores e criação de novos programas têm implicado em uma melhor compreensão do processo saúde-doença, tornando a aplicação de análises a partir de dados obtidos em investigações epidemiológicas acessível a um número cada vez maior de pesquisadores ao extrair elementos que contribuam para minimizar os problemas de saúde da sociedade. Ainda, elementos para a orientação de ações intersetoriais que contribuem para tomada de decisões têm sido fornecidos.⁷

Neste sentido, é substancial o uso de tecnologias que possam subsidiar a tomada de decisões, organização e planejamento de ações para erradicação da TB. Os sistemas de informações geográficas associado às técnicas de geoprocessamento constituem uma grande ferramenta para o monitoramento, controle e avaliação da TB, à medida que levam ao entendimento da dinâmica de distribuição entre os riscos de adoecer e morrer, pois permite a avaliação da distribuição da TB e seus determinantes populacionais no espaço e no tempo.^{2,8}

Em virtude do exposto, objetivou-se analisar a partir da literatura as contribuições da

análise espacial para compreender a dinâmica da TB.

MÉTODO

Delineamento do estudo

Revisão integrativa da literatura com vistas a responder a seguinte questão: quais as principais contribuições da análise espacial para compreender a dinâmica da tuberculose (TB) ao longo dos anos?

Critérios de inclusão e exclusão

Foram incluídos todos os manuscritos originais com disponibilidade completa nas bases de dados do LILACS, PubMed e SCOPUS, indexados no período entre 01 de janeiro de 2008 a 31 de dezembro de 2017, escritos em qualquer idioma, que tratassem do uso da análise espacial para o estudo da TB em seres humanos.

Foram excluídas notícias da mídia e manuscritos: sobre animais, de revisão, incompletos, pagos, teses, dissertações.

Definição das bases de dados, descritores e estratégias de busca

Como fonte de pesquisa foram utilizados manuscritos nacionais e internacionais finalizados e publicados com acesso gratuito ao público que descreviam as técnicas de análise espacial associada ao controle e prevenção de TB, em um período de 2008 a 2017 na população mundial. As estratégias de busca foram empregadas conforme as normas de cada base eletrônica selecionada.

Com o intuito de realizar uma busca ampla e reduzir a possibilidade de viés, os termos utilizados foram definidos por meio de busca em vocabulários controlados: Medical Subject

Headings (MeSH) e Descritores em Ciências da Saúde (DeCS). Esses vocabulários agrupam uma gama de descritores e sinônimos organizados em ordem de importância, garantindo a execução da pesquisa na literatura científica e técnica relacionada à saúde.

A busca incluiu como descritores: Tuberculose; Tuberculose AND Análise Espacial, Tuberculose AND Sistema de Informação Geográfica; Tuberculose AND Geoprocessamento em Saúde. Bem como os seus sinônimos: TB; Pneumologia Sanitária; Geomática; Estimativa de Densidade Kernel.

Instrumento de coleta e análise dos dados

Para o alcance do objetivo, foi construído um instrumento bibliográfico que permitiu analisar cada artigo separadamente, de acordo com os propósitos pré-estabelecidos. Este instrumento proporcionou como vantagens: a sistematização na coleta das informações, recuperação do artigo posteriormente, seleção dos artigos de excelência, identificação dos problemas metodológicos e comparação com outros trabalhos.

O instrumento contemplou os itens: identificação, tipo de publicação, características metodológicas do estudo, tratamento dos dados e análise estatística, técnicas de análise espacial, resultados, descrição de nível de agregação da amostra, achados principais e implicações além da identificação de limitações ou vieses.

Após a seleção dos manuscritos, os dados foram tabulados no programa Microsoft Excel®.

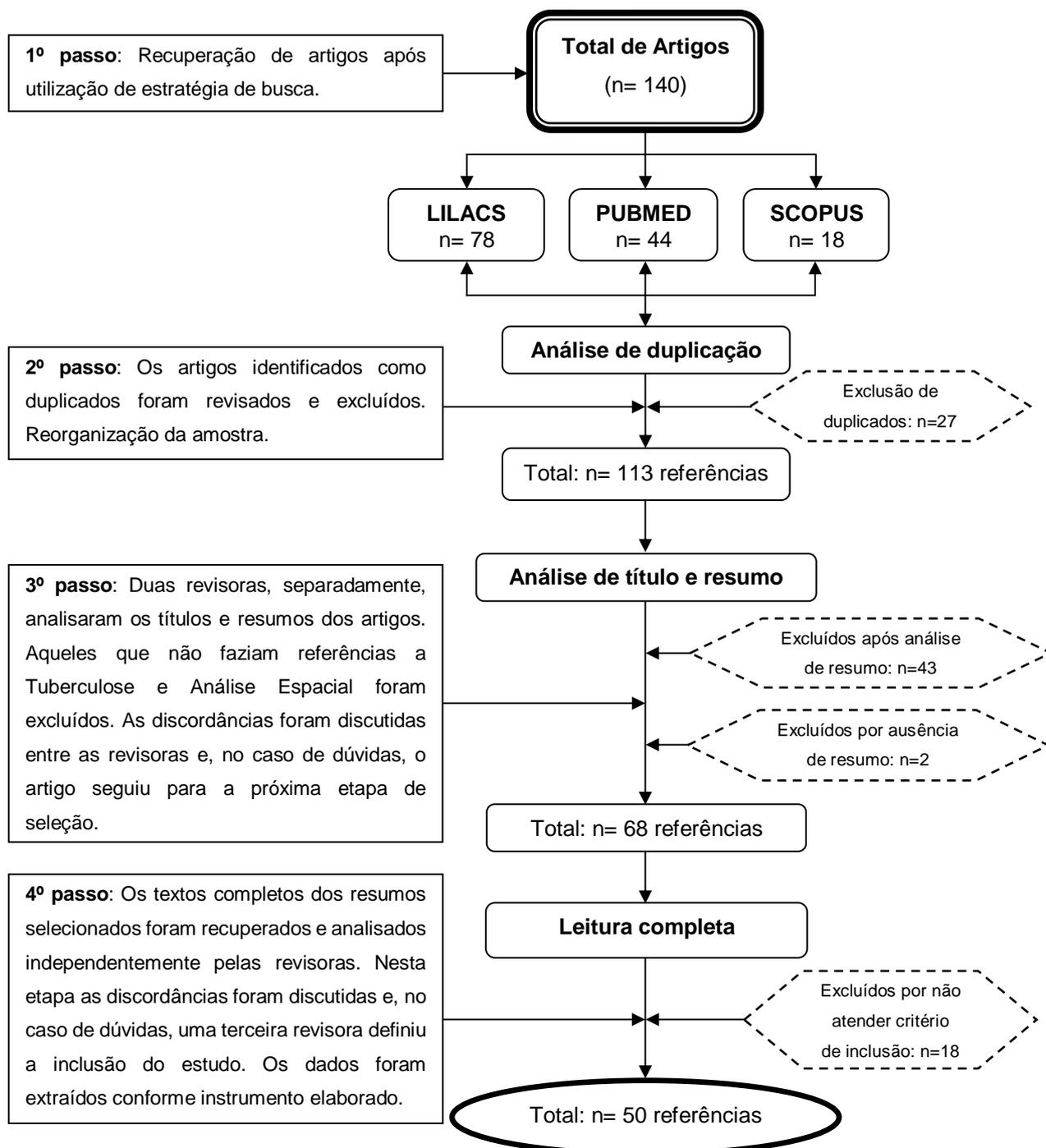
RESULTADOS

Foi realizada uma seleção primária de 140 manuscritos publicados. Após as avaliações

iniciais, 27 artigos foram excluídos somente pela leitura do título e por se tratar de duplicações. Após essa exclusão, restaram 113 referências, das quais 43 foram excluídas pela leitura do resumo e

2 devido à ausência deste. Dentre os 68 restantes, 18 foram excluídos após leitura do texto completo, restando 50 artigos para revisão sistemática (Figura 1).

Figura 1: Fluxo de seleção dos estudos recuperados na revisão integrativa sobre tuberculose e Análise Espacial no mundo, 2008 a 2017.



As características gerais dos estudos foram abordadas na Tabela 1 e nas categorias dos Rev Pre Infec e Saúde. 2019;5:9194

determinantes sociais, ações estratégicas de enfrentamento à tuberculose (TB) e fatores

espaciais para o controle da TB, as quais sinalizam aspectos dos objetivos, discussão da temática, variáveis independentes, variável de desfecho e conclusão dos estudos.

Os achados identificaram que 38 artigos (76%) correspondem a publicações recentes a partir de 2013. Quanto ao local onde o estudo foi realizado, vinte e oito foram desenvolvidos na América: quatro na América do Norte e vinte e quatro na América do Sul; quatorze foram na Ásia: onze na Ásia Oriental e três na Ásia Ocidental; e oito estudos na África: três na África Oriental, dois na África Central e três na África do Sul. Foi

evidenciado que o nível de agregação da amostra compôs 20 artigos (40%) realizados em Municípios; 6 artigos (12%) em Países; Setor Censitários, Bairros e Províncias 5 artigos cada (10%); 4 artigos (8%) em Distritos; 3 artigos (6%) em Estados; Condados e Regiões 1 artigo cada (2%) (Tabela 1).

Em relação ao tipo de pesquisa, 40 artigos (80%) foram do tipo Ecológico, e os demais artigos dos tipos: retrospectivo, transversal, temporal, descritivo, ecológico de tendência temporal, histórico/coorte/ecológico, epidemiológico, caso controle/ecológico, e descritivo espacial. (Tabela 1).

Tabela 1: Local do estudo, tipo de estudo e nível de agregação dos manuscritos selecionados na revisão sistemática, 2008 a 2017.

| Características dos estudos | | (n=50) | % |
|-----------------------------|--------------------------------|--------|----|
| Local do Estudo | América do Norte | 4 | 8 |
| | América do Sul | 24 | 48 |
| | África Oriental | 3 | 6 |
| | África Central | 2 | 4 |
| | África do Sul | 3 | 6 |
| | Ásia Oriental | 11 | 22 |
| | Ásia Ocidental | 3 | 6 |
| Tipo de Estudo | Ecológico | 40 | 80 |
| | Retrospectivo | 2 | 4 |
| | Transversal | 1 | 2 |
| | Temporal | 1 | 2 |
| | Descritivo e Espacial | 1 | 2 |
| | Tendência temporal e Ecológico | 1 | 2 |
| | Histórico / Coorte / Ecológico | 1 | 2 |
| | Epidemiológico | 1 | 2 |
| | Caso controle / Ecológico | 1 | 2 |
| | Descritivo | 1 | 2 |
| Nível de Agregação | Município | 20 | 40 |
| | País | 6 | 12 |
| | Setor censitário | 5 | 10 |
| | Província | 5 | 10 |
| | Bairro | 5 | 10 |
| | Distrito | 4 | 8 |
| | Estado | 3 | 6 |
| | Condado | 1 | 2 |
| Região | 1 | 2 | |

Na análise das variáveis de desfecho foi observada a predominância dos casos de incidência e prevalência da TB, e citados casos de coinfeção e mortalidade

Entre as variáveis independentes analisadas predominaram: sociodemográficas (faixa etária, sexo, raça/cor, estado civil, ocupação, grau de escolaridade, endereço, saneamento básico); socioeconômicas (renda, Índice de Desenvolvimento Humano); clínicas; epidemiológicas; etiopatogênicas e climática/geográfica/ambiental. Das variáveis relacionadas ao tratamento, destacam-se: data de diagnóstico, evolução clínica, uso de profilaxia, tipo de tratamento e data de encerramento, tratamento diretamente observado e adesão ao tratamento

Dos estudos analisados foram encontrados distintos modelos de análise espacial, nos quais se fizeram presente mais de um tipo de análise na maior parte das pesquisas analisadas. Os modelos predominantes foram: estimativa de densidade de kernel; distribuição espacial; modelo de Poisson; modelo Kulldorff; modelo bayesiano; função K; varredura estatística; análise de Moran; regressão espacial; simulação de Monte Carlo; método krigagem; e varredura de permutação.

Didaticamente, agrupamos os principais resultados nas categorias a seguir, considerando a temática, objetivos e principais resultados de cada um dos manuscritos analisados:

Determinantes Sociais

A análise espacial evidencia as relações diretas entre determinantes sociais e a TB.⁹ Relações evidenciadas pela associação inversa entre status socioeconômico e incidência de TB, relação entre

vulnerabilidade, condição socioeconômica e sociodemográfica, mortalidade e coinfeção pelo HIV-TB.¹⁰⁻²¹ A vulnerabilidade também foi observada entre os indígenas, nos dados de mortalidade infantil decorrente da coinfeção HIV-TB, sendo 3 vezes maior em crianças órfãs, assim como na difícil adesão ao tratamento da TB e as condições precárias de vida das pessoas submetidas a tais situações.²²⁻²⁴

Ações estratégicas de enfrentamento à tuberculose

Os estudos mostraram que a análise espacial é uma ferramenta extremamente relevante no levantamento de dados estatisticamente significativos e indicadores para subsidiar ações estratégicas de prevenção e controle da TB.²⁵⁻²⁶ Assim, foi possível identificar áreas endêmicas e coendêmicas (HIV-TB; Infecção Intestinal por Helmintos-TB), regiões com diagnóstico tardio, casos de internações evitáveis, o controle da incidência da TB infantil, com foco na atenção primária.²⁷⁻³²

A análise da distribuição espacial possibilita, também, a identificação de regiões com concentração de óbitos e casos de TB, contribuindo assim para o planejamento de ações de base territorial, dando subsídios para pensar estratégias de redução das iniquidades em saúde e limites para a crescente incidência da TB.³³⁻³⁴

O investimento qualificado no controle da TB, a reformulação e reestruturação de políticas e serviços de saúde são essenciais para controlar os casos (TB e TB-HIV) e geram efeitos positivos na redução da incidência na população.³⁵⁻³⁶ Ações estratégicas de prevenção se fazem urgentes para o controle e diminuição da incidência em regiões

muito afetadas, reforça a necessidade de tecnologias como a geocodificação e a genotipagem como ferramentas importantes no controle e prevenção da TB em áreas prioritárias, a utilização da análise espacial para identificação das particularidades locais, diferenças geográficas, culturais e socioeconômicas, valorizando as necessidades específicas de ações educativas sobre a doença.³⁷⁻⁴⁴

Fatores espaciais para o controle da tuberculose

Foi possível identificar que a distribuição espacial da TB se dá de forma heterogênea e não aleatória dentro das regiões analisadas, evidenciando também que a incidência de TB foi positivamente associada à temperatura, precipitação e velocidade do vento, enquanto fatores socioeconômicos e geográficos foram considerados como covariáveis. Esses fatores tiveram impactos nas diferenças regionais de prevalência de TB.⁴⁵⁻⁴⁹

DISCUSSÃO

O uso das técnicas de análise estatística por parte dos autores dos estudos selecionados pode ser justificado devido a sua relevância para estimar correlações entre a ocorrência da tuberculose (TB) e a dependência espacial. Faz-se importante ter uma perspectiva geoespacial na epidemiologia da TB para compreensão clara dos fatores que influenciam as variações espaciais e disseminação da patogênese da TB mundial.⁵⁰

O entendimento da TB depende da disposição espacial do agente infeccioso, do hospedeiro e da possibilidade do encontro de ambos, sendo a análise espacial e os sistemas de

informação geográfica (SIG) importantes ferramentas para o seu controle, à medida que identificam fatores que contribuem para sua disseminação e evidenciam áreas com altas taxas de incidência.⁸

A análise do desfecho como incidência da TB aponta para a persistência da relação entre fatores socioeconômicos e demográficos na reprodução da doença, uma vez que o baixo nível social e econômico pode tornar pior as condições de vida do indivíduo, tornando-o vulnerável. Esta assertiva corrobora com os achados do estudo de San et al.,⁵¹ que ao investigarem por meio de uma revisão sistemática a existência de associação entre fatores socioeconômicos e a ocorrência da TB, descrevem que os casos incidentes e prevalentes apontam associação positiva com o sexo, idade, analfabetismo, baixa renda, estado civil, carência alimentar, contato prévio com paciente de TB e coinfeção com HIV, sendo estas, variáveis também encontradas na presente pesquisa.

Destaca-se que a falta de oportunidades sociais exclui parte da população das condições de dignidade e cidadania, colocando-as em desvantagem em relação à disponibilidade e acesso e às tecnologias e serviços de saúde, o que pode contribuir para um diagnóstico tardio da doença e/ou abandono do tratamento.

Além disso, as políticas públicas nem sempre têm produzido ações voltadas a atender as necessidades e realidade social dos territórios prioritários, reafirmando nesse contexto a importância da análise espacial e os SIG.⁵² Santos-Neto e seus colaboradores reiteram que áreas com privações em relação à moradia digna e saneamento básico tendem também a provar de

serviços com pouca resolutividade e amplas limitações.³⁴

Observou-se uma discrepância desses resultados com os do estudo de Ximenes et al. e Barcellos, pois estes afirmam que os indicadores socioeconômicos e epidemiológicos não atuam de forma isolada, sugerindo a existência de características próprias inerentes ao nível de agregação da amostra que devem ser consideradas nas análises, já que o ambiente é resultado de situações históricas, ambientais e sociais, comprovando a influência das características particulares das áreas geográficas.⁵³⁻⁵⁴

No âmbito da saúde pública, diversos estudos têm utilizado as tecnologias em saúde para análise e informação de riscos de uma determinada doença, porém ainda são pouco utilizadas para esse fim.^{50,55} A maioria dos estudos considerados para esta revisão fazem escolha do município como unidade espacial de análise, entretanto uma análise criteriosa de cada bairro é mais recomendada, formando microáreas, facilitando a qualificação das áreas com base nos indicadores de risco coletivos e individuais.⁵⁶

Achados semelhantes foram também encontrados por autores brasileiros, os quais defendem que para a definição de prioridades os municípios devem ser estratificados em áreas distintas, segundo as condições de vida, gerando um maior detalhamento do local de ocorrência da doença, por meio de endereços de residência, coordenadas levantadas em campo com o auxílio do GPS ou até mesmo detalhamento dos setores censitários para construção de indicadores, considerando a territorialidade em saúde que possibilite uma real visão espacial do agravo.^{55,57}

Foi encontrado que 48% dos estudos foram realizados na América do Sul. Percebeu-se discrepância quando foi analisada a magnitude da TB concentrada na região asiática e africana: as áreas mais críticas se fundem com a representação geográfica da pobreza extrema e países em subdesenvolvimento, percebendo-se que os países africanos apresentam as maiores taxas de incidência, seguidas em ordem decrescente por regiões do sudeste da Ásia, América Latina, Europa e América do Norte.⁵⁸ Dessa forma, sugere-se intensificação de estudos voltados para as áreas geográficas mais críticas.

Essa pesquisa apresentou limitações, pois por se tratar de uma revisão integrativa os resultados refletem apenas um retrato momentâneo da realidade e não permitem comparar intervenções, por se tratar na maioria das vezes de estudos populacionais e não estudos experimentais.⁵⁹ As informações agregadas sobre a situação epidemiológica e distribuição espacial da TB no cenário mundial mostram que elas próprias podem ser usadas no direcionamento de medidas de correção das falhas ainda existentes nos sistemas de saúde e na prevenção e controle da doença.

CONCLUSÃO

Destacamos que a análise espacial em saúde representa grande avanço para o gerenciamento da tuberculose mundialmente, por intermédio do mapeamento dos lugares de risco, que permite a identificação das desigualdades e detalhamento das condições de saúde de uma população. As informações agregadas sobre a situação epidemiológica e distribuição espacial da tuberculose no cenário mundial mostram que elas

próprias podem ser usadas no direcionamento de medidas de correção das falhas ainda existentes nos sistemas de saúde e na prevenção e controle da doença.

As estratégias de monitoramento se fundamentam em estudos geoespaciais que revelam a realidade de cada região, apresentando-se como uma alternativa viável para os diferentes setores públicos. Faz-se

necessário a articulação com programas locais para um melhor direcionamento das intervenções, entretanto não bastam apenas políticas públicas, deve-se haver interesse político em investimentos e estratégias que visem reduzir as iniquidades e reponsabilidade social da doença, fator este que permitiria a otimização de recursos materiais, financeiros e humanos.

REFERÊNCIAS

1. Duarte IGT, Silva ID, Nogueira FFA, Costa MS, Moreira MRC. Perfil epidemiológico da tuberculose na cidade de Uiraúna-Paraíba [Apresentação no IV Encontro Universitário da UFC no Cariri; 2013 dez 17-19; Juazeiro do Norte, Brasil]. Disponível em: <https://encontros.ufca.edu.br/index.php/encontros-universitarios/eu-2012/paper/viewFile/1345/793>
2. Daronco A, Borges TS, Sonda EC, Lutz B, Rauber A, Battisti F et al. Distribuição espacial de casos de tuberculose em Santa Cruz do Sul, município prioritário do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil, 2000 a 2010. *Epidemiol Serv Saúde* [Internet]. 2012 Nov [cited 2019 Jun 15]; 21(4): 645-654. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5123/S1679-49742012000400014>
3. Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. Brasil livre da tuberculose: plano nacional pelo fim da tuberculose como problema de saúde pública. 1. ed. Brasília: MS, 2017. Disponível em: http://bvsm.sau.gov.br/bvs/publicacoes/brasil_livre_tuberculose_plano_nacional.pdf
4. 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* [Internet]. 2012 Mar [cited 2019 Jun 15]; 15(1):222-232. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-790X2012000100020>
5. Barbosa IR, Pereira LMS, Medeiros PFM, Valentim RS, Brito JM, Costa ICC. Análise da distribuição espacial da tuberculose na região Nordeste do Brasil, 2005-2010. *Epidemiol Serv Saúde* [Internet]. 2013 Dez [cited 2019 Jun 15]; 22(4): 687-695. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5123/S1679-49742013000400015>
6. Pinto ML. Padrões espaciais dos casos de tuberculose notificados no município de Cajazeiras/PB - 2001-2010. 2013. 25f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Enfermagem). Campina Grande: Universidade estadual da Paraíba, Campina Grande, 2013. Disponível em: <http://dspace.bc.uepb.edu.br/jspui/bitstream/123456789/4325/1/PDF%20-%20Maryana%20Lima%20Pinto.pdf>
7. Barreto ML. Papel da epidemiologia no desenvolvimento do Sistema Único de Saúde no Brasil: histórico, fundamentos e perspectivas. *Rev bras epidemiol* [Internet]. 2017 Nov [cited 2019 Jun 15]; 5(Suppl 1):4-17. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-790X2002000400003>
8. Sperli GMSN, Sperli GSML, Figueiredo VSH, Villa TCS, Ruffino-Netto A, Chiaravalloti NF et al. Tuberculose e Análise Espacial: Revisão da Literatura. *Cienc enferm* [Internet]. 2014 Ago [cited 2019 Jun 15]; 20(2):117-129. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-790X2012000100020>

- em: <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95532014000200012>
9. Sun W, Gong J, Zhou J, Zhao Y, Tan J, Ibrahim A, et al. A spatial, social and environmental study of tuberculosis in China using statistical and GIS technology. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 2015 Nov [cited 2019 Jun 15]; 12(2):1425-1448. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ijerph120201425>
10. Oren E, Koepsell T, Leroux, BG, Mayer J. Area-based socio-economic disadvantage and tuberculosis incidence. *Int J Tuberc Lung Dis* [Internet]. 2012 Nov [cited 2019 Jun 15]; 16(7):880-885. Disponível em: <https://doi.org/10.5588/ijtld.11.0700>
11. Brunello MEF, Chiaravalloti NF, Arcêncio RA, Andrade RLP, Magnabosco GT, Villa TCS. Áreas de vulnerabilidade para co-infecção HIV-aids/TB em Ribeirão Preto, SP. *Rev Saúde Pública* [Internet]. 2011 Jun [cited 2019 Jun 15]; 45(3):556-563. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-89102011005000018>
12. Lima MS, Martins-Melo FR, Heukelbach J, Alencar CH, Boigny RN, Ramos JAN. Mortality related to tuberculosis-HIV/AIDS co-infection in Brazil, 2000-2011: epidemiological patterns and time trends. *Cad Saúde Pública* [Internet]. 2016 Oct [cited 2019 Jun 15]; 32(10):1-10. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/0102-311X00026715>
13. Yakam AN, Noeske J, Dambach P, Bowong S, Fono LA, Ngatchou-Wandji J. Spatial analysis of tuberculosis in Douala, Cameroon: clustering and links with socio-economic status. *Int J Tuberc Lung Dis* [Internet]. 2014 Nov [cited 2019 Jun 15]; 18(3):292-297. Disponível em: <https://doi.org/10.5588/ijtld.13.0573>
14. Vendramini SHF, Santos NSGM, Santos 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* [Internet]. 2010 Oct [cited 2019 Jun 15]; 43(5):536-541. Disponível em: <http://doi.org/10.1590/S0037-86822010000500013>
15. Silva MDA, Oliveira CDL, Neto RGT, Camargos PA. Spatial distribution of tuberculosis from 2002 to 2012 in a midsize city in Brazil. *BMC Public Rev Pre Infec e Saúde*. 2019;5:9194
- Health [Internet]. 2016 Nov [cited 2019 Jun 15]; 16(1):1-12. Disponível em: <http://doi.org/10.1186/s12889-016-3575-y>
16. Berra TZ, Queiroz AAR, Yamamura M, Arroyo LH, Garcia MCC, Popolin MP, et al. Spatial risk of tuberculosis mortality and social vulnerability in Northeast Brazil. *Rev Soc Bras Med Trop* [Internet]. 2017 Set [cited 2019 Jun 15]; 50(5):693-697. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/0037-8682-0160-2017>
17. Roza DL, Caccia-Bava MCGG, Martinez EZ. Spatio-temporal patterns of tuberculosis incidence in Ribeirão Preto, State of São Paulo, southeast Brazil, and their relationship with social vulnerability: a Bayesian analysis. *Rev Soc Bras Med Trop* [Internet]. 2012 Oct [cited 2019 Jun 15]; 45(5):607-615. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0037-86822012000500013>
18. Pedro AS, Gibson G, Santos JPC, Toledo LM, Sabroza PC, Oliveira RM. Tuberculosis as a marker of inequities in the context of socio-spatial transformation. *Rev. Saúde Pública* [Internet]. 2017 Nov [cited 2019 Jun 15]; 51:1-9. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s1518-8787.2017051006533>
19. Acosta LMW, Bassanesi SL. The Porto Alegre paradox: social determinants and tuberculosis incidence. *Rev bras epidemiol* [Internet]. 2014 Nov [cited 2019 Jun 15]; 17(Suppl 2):88-101. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4503201400060008>
20. Erazo C, Pereira SM, Costa MDCN, Evangelista-Filho D, Braga JU, Barreto ML. Tuberculosis and living conditions in Salvador, Brazil: a spatial analysis. *Rev Panam Salud Publica* [Internet]. 2014 Nov [cited 2019 Jun 15]; 36:24-30. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25211674>
21. Pereira AGL, Medronho RA, Escosteguy CC, Valencia LIO, Magalhães MAFM. Spatial distribution and socioeconomic context of tuberculosis in Rio de Janeiro, Brazil. *Rev. Saúde Pública* [Internet]. 2015 Nov [cited 2019 Jun 15]; 49(1):48-58. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-8910.2015049005470>

22. Melo TEMP, Resendes APC, Souza-Santos R, Basta PC. Distribuição espacial e temporal da tuberculose em indígenas e não indígenas de Rondônia, Amazônia Ocidental, Brasil. *Cad Saúde Pública* [Internet]. 2012 Fev [cited 2019 Jun 15]; 28(2):267-280. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-311X2012000200006>
23. Musenge E, Vounatsou P, Collinson M, Tollman S, Kahn K. The contribution of spatial analysis to understanding HIV/TB mortality in children: a structural equation modelling approach. *Glob Health Action* [Internet]. 2013 Nov [cited 2019 Jun 15]; 3(1):1-9. Disponível em: <https://doi.org/10.3402/gha.v6i0.19266>
24. Herrero MB, Arrossi S, Ramos S, Braga JU. Spatial analysis of the tuberculosis treatment dropout, Buenos Aires, Argentina. *Rev Saude Pública* [Internet]. 2015 Nov [cited 2019 Jun 15]; 49:49-60. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0034-8910.2015049005391>
25. Wei W, Yuan-Yuan J, Ci Y, Ahan A, Ming-Qin C. Local spatial variations analysis of smear-positive tuberculosis in Xinjiang using geographically weighted regression model. *BMC Public Health* [Internet]. 2016 Nov [cited 2019 Jun 15]; 16(1):1058-60. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s12889-016-3723-4>
26. Wang T, Xue F, Chen Y, Ma Y, Liu Y. The spatial epidemiology of tuberculosis in Linyi City, China, 2005-2010. *BMC Public Health* [Internet]. 2012 Nov [cited 2019 Jun 15]; 12(1):885-90. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/1471-2458-12-885>
27. Li XX, Ren ZP, Wang LX, Zhang H, Jiang SW, Chen JX, et al. Co-endemicity of pulmonary tuberculosis and intestinal helminth infection in the people's Republic of China. *PLoS Negl Trop Dis* [Internet]. 2016 Nov [cited 2019 Jun 15]; 10(4): 1-12. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0004580>
28. Cegielski JP, Griffith DE, McGaha PK, Wolfgang M, Robinson CB, Clark PA, et al. Eliminating tuberculosis one neighborhood at a time. *Am J Public Health* [Internet]. 2013 Jun [cited 2019 Jun 15]; 103(7):1292-1300. Disponível em: <https://doi.org/10.2105/AJPH.2012.300781>
29. Said K, Hella J, Mhalu G, Chiryankubi M, Masika E, Maroa T, et al. Diagnostic delay and associated factors among patients with pulmonary tuberculosis in Dar es Salaam, Tanzania. *BMC Infec dises poverty* [Internet]. 2017 Nov [cited 2019 Jun 15]; 6(1):64-70. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s40249-017-0276-4>
30. Yamamura M, Freitas IM, Santo NM, Chiaravalloti NF, Popolin MAP, Arroyo LH, et al. Spatial analysis of avoidable hospitalizations due to tuberculosis in Ribeirao Preto, SP, Brazil (2006-2012). *Rev Saúde Pública* [Internet]. 2016 Nov [cited 2019 Jun 15]; 50: 20-30. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1518-8787.2016050006049>
31. Sales CMM, Figueiredo TAM, Zandonade E, Maciel ELN. Análise espacial da tuberculose infantil no estado do Espírito Santo, 2000 a 2007. *Rev Soc Bras Med Trop* [Internet]. 2010 Ago [cited 2019 Jun 15]; 43(4): 435-439. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0037-86822010000400020>
32. Venâncio TS, Tuan TS, Nascimento LFC. Incidence of tuberculosis in children in the state of São Paulo, Brazil, under spatial approach. *Ciênc saúde coletiva* [Internet]. 2015 Nov [cited 2019 Jun 15]; 20:1541-1547. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1413-81232015205.14672014>
33. Montechi LN, Coêlho DMM, Oliveira CAR, Campelo V. Distribuição espacial da tuberculose em Teresina, Piauí, de 2005 a 2007. *Epidemiol Serv Saúde* [Internet]. 2013 Set [cited 2019 Jun 15]; 22(3):475-482. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5123/S1679-49742013000300012>
34. Santos-Neto M, Yamamura M, Garcia MCC, Popolin MP, Silveira TRS, Arcêncio RA. Análise espacial dos óbitos por tuberculose pulmonar em São Luís, Maranhão. *J bras pneumol* [Internet]. 2014 Oct [cited 2019 Jun 15]; 40(5):543-551. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-37132014000500011>
35. Li L, Xi Y, Ren F. Spatio-temporal distribution characteristics and trajectory similarity analysis of tuberculosis in Beijing, China. *Int. J. Environ. Res. Public Health* [Internet]. 2016 Nov [cited

2019 Jun 15]; 13(3):291-300. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ijerph13030291>

36. Peruhype RC, Acosta LMW, Ruffino NA, Oliveira MMC, Palha PF. The distribution of tuberculosis in Porto Alegre: analysis of the magnitude and tuberculosis-HIV coinfection. *Rev esc enferm USP* [Internet]. 2014 Nov [cited 2019 Jun 15]; 48(6):1035-1043. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0080-623420140000700011>

37. Rao H, Shi X, Zhang X. Using the Kulldorff's scan statistical analysis to detect spatio-temporal clusters of tuberculosis in Qinghai Province, China, 2009-2016. *BMC Infect Dis* [Internet]. 2017 Nov [cited 2019 Jun 15]; 17(1):578-90. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s12879-017-2643-y>

38. Ribeiro FKC, Pan W, Bertolde A, Vinhas SA, Peres RL, Riley L, et al. Genotypic and spatial analysis of *Mycobacterium tuberculosis* transmission in a high-incidence urban setting. *Clin Infect Dis* [Internet]. 2015 Nov [cited 2019 Jun 15]; 61(5):758-766. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/cid/civ365>

39. Prussing C, Castillo-Salgado C, Baruch N, Cronin WA. Geo-epidemiologic and molecular characterization to identify social, cultural, and economic factors where targeted tuberculosis control activities can reduce incidence in Maryland, 2004-2010. *Public health Rep* [Internet]. 2013 Nov [cited 2019 Jun 15]; 128(6_suppl3):104-114. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/003335491312865314>

40. Ratovonirina NH, Rakotosamimanana N, Razafimahatratra SL, Raheison MS, Refrégier G, Sola C, et al. Assessment of tuberculosis spatial hotspot areas in Antananarivo, Madagascar, by combining spatial analysis and genotyping. *BMC infectious diseases* [Internet]. 2017 Nov [cited 2019 Jun 15]; 17(1):562-70. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s12879-017-2653-9>

41. Ng IC, Wen TH, Wang JY, Fang CT. Spatial dependency of tuberculosis incidence in Taiwan. *PloS one* [Internet]. 2012 Nov [cited 2019 Jun 15]; 7(11):1-10. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0050740>

42. Rakotosamimanana S, Mandrosovololona V, Rakotonirina J, Ramamonjisoa J, Ranjalahy JR, Randremanana, et al. Spatial analysis of pulmonary tuberculosis in Antananarivo *Rev Pre Infec e Saúde*. 2019;5:9194

Madagascar: tuberculosis-related knowledge, attitude and practice. *PloS one* [Internet]. 2014 Nov [cited 2019 Jun 15]; 9(11):1-11. Disponível em:

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0110471>

43. 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* [Internet]. 2008 Fev [cited 2019 Jun 15]; 41(1):82-86. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0037-86822008000100017>

44. Rodrigues-Júnior AL, Ruffino-Netto A, Castilho EA. Spatial distribution of the human development index, HIV infection and AIDS-Tuberculosis comorbidity: Brazil, 1982 - 2007. *Rev bras epidemiol* [Internet]. 2014 Nov [cited 2019 Jun 15]; 17(Suppl 2):204-215. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4503201400060017>

45. Hassarangsee S, Tripathi N, Souris M. Spatial pattern detection of tuberculosis: a case study of Si Sa Ket Province, Thailand. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 2015 Nov [cited 2019 Jun 15]; 12(12):16005-16018. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ijerph121215040>

46. Dangisso MH, Datiko DG, Lindtjørn B. Spatio-temporal analysis of smear-positive tuberculosis in the Sidama Zone, southern Ethiopia. *PloS one* [Internet]. 2015 Nov [cited 2019 Jun 15]; 10(6):1-19. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0126369>

47. Rao HX, Zhang X, Zhao L, Yu J, Ren W, Zhang XL, et al. Spatial transmission and meteorological determinants of tuberculosis incidence in Qinghai Province, China: a spatial clustering panel analysis. *Infect Dis Poverty* [Internet]. 2016 Nov [cited 2019 Jun 15]; 5(1):45-55. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s40249-016-0139-4>

48. Cao K, Yang K, Wang C, Guo J, Tao L, Liu Q, et al. Spatial-temporal epidemiology of tuberculosis in mainland China: an analysis based on Bayesian theory. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 2016 Jan [cited 2019 Jun 15]; 13(5):469-80. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ijerph13050469>

49. Li XX, Wang LX, Zhang H, Jiang SW, Fang Q, Chen JX, et al. Spatial variations of pulmonary

tuberculosis prevalence co-impacted by socio-economic and geographic factors in People's Republic of China, 2010. *BMC Public Health* [Internet]. 2014 Nov [cited 2019 Jun 15]; 14(1):257-60. Disponível em:

<https://doi.org/10.1186/1471-2458-14-257>

50. 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 Nov [cited 2019 Jun 15]; 12(1):07-12. Disponível em:

http://scielo.iec.gov.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-460X2004000100002

51. San PA, Oliveira RM. Tuberculose e indicadores socioeconômicos: revisão sistemática da literatura. *Rev Panam Salud Publica* [Internet]. 2013 Nov [cited 2019 Jun 15]; 33(4):294-301. Disponível em:

<http://iris.paho.org/xmlui/handle/123456789/9185>

52. Yamamura M, Santos NM, Freitas IM, Rodrigues LBB, Popolin MP, Uchoa SAC, et al. Tuberculose e iniquidade social em saúde: uma análise ecológica utilizando técnicas estatísticas multivariadas, São Paulo, Brasil. *Rev Panam Salud Publica* [Internet]. 2014 Nov [cited 2019 Jun 15]; 35(4):270-7. Disponível em:

<https://www.scielosp.org/article/rpsp/2014.v35n4/270-277>

53. Alencar XRA, Fátima PMAM, Souza WV, Montarroyos UR, Diniz GT, Luna CF, et al. Is it better to be rich in a poor area or poor in a rich area? A multilevel analysis of a case-control study of social determinants of tuberculosis. *Int J Epidemiol* [Internet]. 2009 Nov [cited 2019 Jun 15]; 38(5):1285-96. Disponível em:

<https://doi.org/10.1093/ije/dyp224>

54. Barcellos C. Os indicadores da pobreza e a pobreza dos indicadores: Uma abordagem geográfica das desigualdades sociais em saúde. In: Barcellos C, organizador. *A geografia e o contexto dos problemas de saúde*. Rio de Janeiro: Abrasco; 2008. p. 107-39. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/3339>

71455_Os_Indicadores_da_Pobreza_e_a_Pobreza_dos_Indicadores_Uma_abordagem_geografica_das_desigualdades_sociais_em_saude

55. Magalhães MAFM, Matos VP, Medronho RA. Avaliação do dado sobre endereço no Sistema de Informação de Agravos de Notificação utilizando georreferenciamento em nível local de casos de tuberculose por dois métodos no município do Rio de Janeiro. *Cad Saúde colet* [Internet]. 2014 Nov [cited 2019 Jun 15]; 22(2):192-199. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1414-462X201400020013>

56. Santos ZMSA, Frota MA, Martins ABT. *Tecnologias em Saúde: da abordagem teórica a construção e aplicação no cenário do cuidado*. 1 ed. Fortaleza: EdUECE, 2016. Disponível em: <http://www.uece.br/eduece/dmdocuments/Ebook%20-%20Tecnologia%20em%20Saude%20-%20EBOOK.pdf>

57. Malucelli A, Stein JAV, Bastos L, Carvalho D, Cubas MR, Paraíso EC. Classificação de microáreas de risco com uso de mineração de dados. *Rev Saúde Pública* [Internet]. 2010 Nov [cited 2019 Jun 15]; 44(2):292-300. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-89102010000200009>

58. WHO [homepage internet]. Estimated cases and deaths from tuberculosis (TB), 2000-2016: Estimated incidence of TB (all forms) per 100.000 inhabitants, 2016. Disponível em: http://gamapserver.who.int/gho/interactive_charts/tb/cases/atlas.html?indicator=i2&date=2012

59. Sousa AFL, Marques DM, Monteiro RM, Queiroz AAFL, Andrade D, Watanabe E. Prevenção da formação de biofilmes em marcapassos artificiais: é viável? *Acta paul enferm* [Internet]. 2017 Dez [cited 2019 Jun 15]; 30(6):644-650. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1982-0194201700085>

Submetido: 2019-08-13

Aceito: 2019-10-21

Publicado: 2019-12-15

COLABORAÇÕES

SVMAL, MDS e LDS: participaram com contribuições substanciais na concepção e desenho do trabalho; JCN, ADS e ETO: participaram no planejamento, análise e interpretação dos dados; KCGMA e MAPN: participaram *Rev Pre Infec e Saúde*. 2019;5:9194

na revisão crítica e aprovação da versão final do manuscrito. Todos os autores concordam e se responsabilizam pelo conteúdo dessa versão do manuscrito a ser publicada.

AGRADECIMENTOS

Não se aplica.

DISPONIBILIDADE DOS DADOS

Não se aplica.

FONTE DE FINANCIAMENTO

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) tem oportunizado a autora correspondente a estudar no exterior para melhorar a análise e interpretação dos dados. Uma bolsa de estudos foi fornecida para o desenvolvimento da pesquisa científica. Número do processo: 88881.187327 / 2018-01.

CONFLITOS DE INTERESSE

Não há conflitos de interesse a declarar.

CORRESPONDÊNCIA

Shirley Verônica Melo Almeida Lima

Endereço: R. Cláudio Batista, s/n - Palestina, Aracaju - SE, 49060-108, Brasil

Telefone: +55 79 31947202

E-mail: shirleymelo.lima@gmail.com