

Geoprocessamento e Estatística espacial: estudo aplicado sobre a taxa de propagação de casos incidentes de tuberculose no estado do Paraná, Brasil.

RESUMO

Clemente Martins Delgado Júnior
clemente@alunos.utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal
do Paraná, Cornélio Procópio,
Paraná, Brasil

**Elisângela Aparecida da Silva
Lizzi**
elisangelalizzi@utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal
do Paraná, Cornélio Procópio,
Paraná, Brasil

A tuberculose é uma doença infecto contagiosa e é considerada um sério problema de saúde pública no Brasil. Fazendo-se necessário implementação de políticas efetivas para o tratamento e controle da mesma, para isto é preciso conhecer os coeficientes de incidência para estudar mecanismos de redução dessa doença em cada localidade. **OBJETIVO:** Realizar um levantamento retrospectivo do número de casos notificados de TB de 2002 à 2012, no Estado do Paraná, segundo os municípios de residência, para mostrar a taxa de propagação da doença no espaço geográfico, utilizando dados do TABNET/DATASUS. **MÉTODOS:** Ferramentas de geoprocessamento e estatística espacial, mais especificamente estimadores bayesianos empíricos globais (BEG) e locais (BEL). **RESULTADOS:** Quando se compara o BEG e o BEL é possível compreender a suavização espacial do modelo, pois as estimativas bayesianas globais não variam segundo a configuração espacial das áreas. Já o BEL carrega uma melhor suavização das taxas em relação as taxas brutas. Dentre as vantagens do uso dos estimadores bayesianos empíricos se deve ao fácil entendimento e aplicação deste método, pois as taxas bayesianas empíricas quando comparadas às taxas brutas traz uma suavização espacial, limpando a informação dos mapas temáticos da estrutura do tipo “colcha de retalhos”, possibilitando entender a propagação da incidência da TB nos anos estudados e destacando os municípios com altas incidências da doença. **CONCLUSÕES:** Estes métodos se mostraram vantajosos para análise e compreensão da propagação da TB, podendo contribuir para efetivação diversificada de políticas públicas de saúde por região que possam levar ao controle da TB.

PALAVRAS-CHAVE: Estatística espacial. Tuberculose. Estimador bayesiano empírico. Geoprocessamento

1. INTRODUÇÃO

A Tuberculose é uma doença infecto-contagiosa causada por bactérias que integram o complexo *Mycobacterium tuberculosis*, ou Bacilo de Koch (BK) essas, afetam prioritariamente os pulmões (chamada de tuberculose pulmonar), embora também pode ocorrer em outros órgãos e sistemas do corpo, como ossos, rins e membranas que envolvem o cérebro (meninges). É uma doença transmitida de pessoa a pessoa a partir da inalação de partículas aerossóis eliminadas por pessoas com tuberculose ativa. Os grupos populacionais com maior risco para o adoecimento por tuberculose são pessoas vivendo com HIV/AIDS, privados de liberdade (população carcerária), pessoas em situação de rua e indígenas, devido às condições de saúde e de vida a que estão expostos (Brasil, 2011).

O Brasil é um dos 22 países priorizados pela Organização Mundial de Saúde (OMS) que concentram 80% da carga mundial de Tuberculose (TB). Em 2015, foram notificados 82 mil casos novos, correspondendo a um coeficiente de incidência de 41/100.000 habitantes (WHO, 2016). Esses números colocam o Brasil na 3ª posição em relação ao número absoluto de casos (WHO, 2016). A Tuberculose, entre as doenças infecciosas, ocupa o quarto lugar nas causas de óbito no Brasil, enquanto no Paraná, encontra-se na 6ª posição (PARANÁ, 2014a; BRASIL, 2014). O coeficiente de incidência do Paraná é em torno de 20 casos/ 100 mil habitantes, a média nacional é em torno 36 casos por /100 mil habitantes (Gabardo, 2013).

A introdução da vacina BCG diminuiu os casos graves TB nos últimos anos. O SUS disponibiliza a vacina em suas Unidades Básicas de Saúde, a vacina é de dose única, aplicada no recém-nascido. No Brasil, embora a incidência de tuberculose pulmonar venha aumentando, quase não são mais registradas as formas graves da doença. A Organização Mundial da Saúde estima que, nos países onde a tuberculose é frequente e a vacina integra o programa de vacinação infantil, previna-se mais de 40 mil casos anuais de meningite tuberculosa. Impacto como este depende de alta cobertura vacinal, razão pela qual é tão importante que toda criança receba a vacina BCG.

As técnicas e ferramentas de geoprocessamento e estatística com análise espacial se encaixam aos estudos ecológicos (estudos onde as informações estão agregadas e não chegam no nível individual da informação), pois utilizam áreas geográficas como unidades de observação (Bailey e Gatrell, 2015). O desenvolvimento de técnicas para análise de dados no espaço geográfico trouxe inovações nos estudos em saúde pública, contribuindo para a compreensão dos fatores socioeconômicos e ambientais, que determinam as condições de vida e o estado de saúde em populações distintas (Brasil, 2006; Brasil, 2007).

2. OBJETIVO

Analisar os casos notificados de incidência de tuberculose nos anos de 2002 a 2012, no Estado do Paraná, segundo seus municípios de residência, utilizando métodos de geoprocessamento e estatística espacial, mais especificamente estimadores bayesianos empíricos globais e locais para entender a propagação da doença no espaço geográfico e sua mudança ao longo do período estudado.

3. METODOLOGIA

Trata-se de um estudo epidemiológico ecológico com análise espaço temporal de dados. A população em estudo é o estado do Paraná. O Paraná tem atualmente 399 municípios e uma população de 10.444.526 habitantes, conta com um IDH de 0,749 (IBGE) e configura-se com um estado rico no território nacional. Os dados foram obtidos pelo sistema TABNET-DATASUS, sendo estes os dados notificados e validados pelo sistema, segundo os municípios de residência para o estado do Paraná, para os anos de 2002 à 2012.

A metodologia utilizada neste trabalho estima taxas corrigidas a partir dos valores observados utilizando-se conceitos de inferência bayesiana. O estimador bayesiano

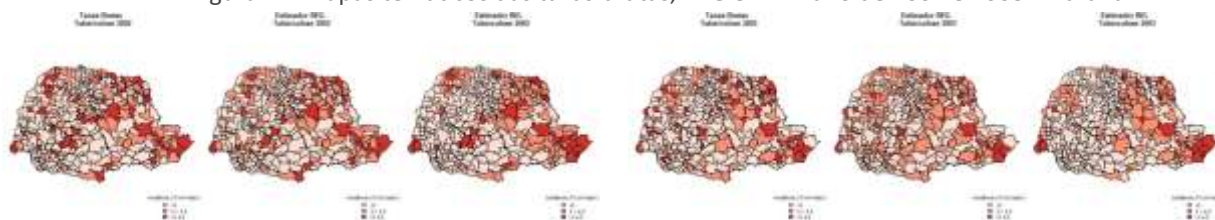
empírico global (BEG) calcula uma média ponderada entre a taxa bruta da localidade e a taxa global da região (razão entre o número total de casos e a população total). O estimador bayesiano empírico local (BEL), é uma generalização do BEG onde se inclui efeitos espaciais, calculando a estimativa localmente, utilizando somente os vizinhos geográficos da área (critério de adjacência) na qual se deseja estimar a taxa, convergindo em direção a uma média local em vez de uma média global (Bailey e Gatrell, 2015; Brasil, 2006; Brasil, 2007). Com a obtenção das taxas corrigidas pelo BEG e pelo BEL é possível gerar mapas temáticos baseados nessas estimativas, sendo estes informativos e podendo-se comparar com as taxas brutas, com o objetivo de entender a propagação da doença no espaço e no tempo.

A manipulação e construção do banco de dados com as informações codificadas por municípios e o período estudado para o estado do Paraná, foi realizada com o auxílio dos softwares R e Excel, seguindo uma formatação correta destes dados considerando os Sistemas de Informações Geográficas (SIG). Após a consolidação deste banco de dados, obteve-se o mapa digital do estado do Paraná no site do IBGE, em formato *shapefile*. As manipulações cartográficas com a validação das informações cruzadas entre o mapa digital e as tabelas construídas, foram feitas com o auxílio de bibliotecas de comandos específicas do R, como *mapproj* e *sp*. O processo de implementação e cálculo dos estimadores bayesianos, envolve programação em linguagem computacional no software R utilizando o pacote *spdep* (Bivand et. al,2013; Bivand e Piras, 2015;). Logo, após esta etapa, iniciou-se o processo de construção dos mapas temáticos, para ilustrar o padrão espacial da incidência de TB no estado, utilizando os mapas temáticos das taxas brutas de incidência, do BEG e do BEL.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

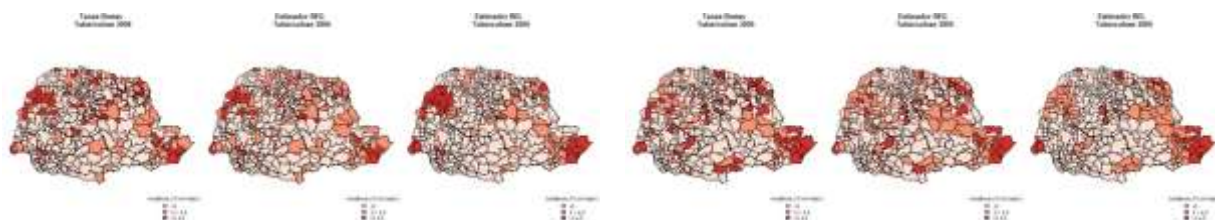
Como resultados dos métodos empregados, segue abaixo os mapas temáticos das taxas brutas, BEG e BEL da incidência de TB para os municípios do estado do Paraná.

Figura 1 – Mapas temáticos das taxas brutas, BEG e BEL - ano de 2002 e 2003 – Paraná



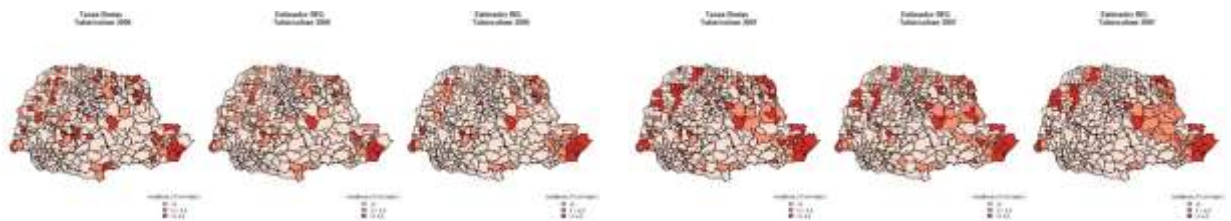
Fonte: Autoria própria (2016)

Figura 2 – Mapas temáticos das taxas brutas, BEG e BEL - ano de 2004 e 2005 – Paraná



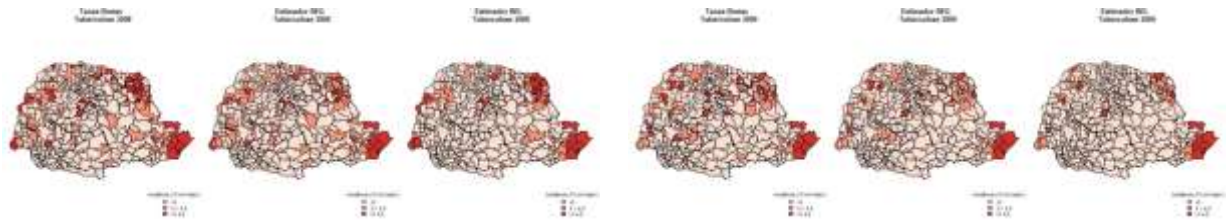
Fonte: Autoria própria (2016)

Figura 3 – Mapas temáticos das taxas brutas, BEG e BEL - ano de 2006 e 2007 – Paraná



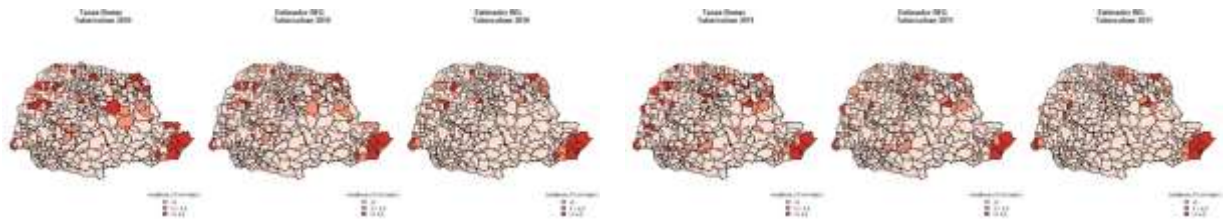
Fonte: Autoria própria (2016)

Figura 4 – Mapas temáticos das taxas brutas, BEG e BEL - ano de 2008 e 2009 – Paraná



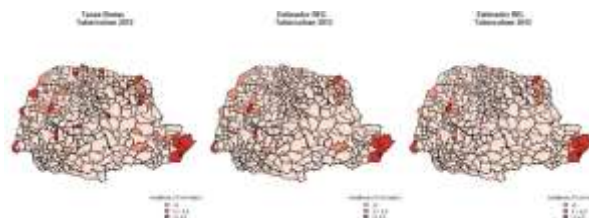
Fonte: Autoria própria (2016)

Figura 5 – Mapas temáticos das taxas brutas, BEG e BEL - ano de 2010 e 2011 – Paraná



Fonte: Autoria própria (2016)

Figura 6 – Mapas temáticos das taxas brutas, BEG e BEL - ano de 2012 – Paraná



Fonte: Autoria própria (2016)

Nos mapas temáticos gerados é possível observar que as maiores taxas de incidência se encontram na região leste do estado, padrão que se mantém ao longo do período estudado (Figuras de 1 à 6). Nos anos de 2002 até 2007 (Figuras 1, 2 e 3) há algumas cidades na região norte e central com taxas maiores que 4,5/10 mil habitantes, depois essas taxas caem a partir de 2007 e sofrem uma suavização na estrutura das taxas a partir de 2008 até 2012 (Figuras 4, 5 e 6). Quando se compara o BEG e o BEL é possível compreender a suavização espacial do modelo, pois as estimativas bayesianas globais não variam segundo a configuração espacial das áreas, o que não parece razoável nesta situação, já o BEL carrega uma melhor suavização das taxas em relação as taxas brutas. As vantagens do uso dos estimadores bayesianos empíricos se deve ao fácil entendimento e aplicação deste método, pois as taxas bayesianas empíricas quando comparadas às taxas brutas possibilita uma suavização das taxas espacialmente, limpando a informação e deixando os mapas sem a estrutura do tipo “colcha de retalhos”, possibilitando entender a propagação da incidência da TB nos anos estudados e destacando os municípios com altas incidências da doença.

5. CONCLUSÃO

Os estimadores bayesianos apresentam menor variabilidade e uma maior adequação aos reais riscos de ocorrência do evento em cada região em estudo. Para aquelas áreas em que a taxa bruta apresentou grande variabilidade, o método de BEG mostrou que estas taxas convergem em direção a uma média global do estado. O BEL adiciona um efeito espacial às estimativas, tornando-as próximas de uma média local ponderadas pelos vizinhos, o que gera uma certa suavidade no mapa temático e melhor entendimento da propagação espacial. Os métodos aplicados são úteis para entender a propagação da incidência da doença e podem ser um indicador de políticas públicas locais para o controle da TB.

Geoprocessing and Spatial Statistics: an applied study on the rate of propagation of cases of tuberculosis in the state of Paraná, Brazil.

ABSTRACT

Tuberculosis (TB) is a contagious infectious disease and is considered a serious public health problem in Brazil. It is necessary to implement effective policies for the treatment and control by TB, for this it is necessary to know the incidence coefficients to study mechanisms of reduction of this disease in each locality. OBJECTIVE: This is a retrospective survey of the number of TB cases reported from 2002 to 2012, in the State of Paraná, according to the municipalities of residence, to show rate of disease spread in the geographic space using TABNET / DATASUS data. METHODS: Geoprocessing tools and spatial statistics, specifically empirical Bayesian estimators such as global (BEG) and local (BEL). RESULTS: When comparing BEG and BEL it is possible to understand the spatial smoothing of the model, the BEG estimates do not vary according to the spatial configuration of the areas. The BEL, on the other hand, has a better smoothing of rates in relation to gross rates. Among the advantages of the use of empirical bayesian estimators is due easily understanding and application of this method, for the empirical Bayesian rates when compared to the gross rates brings a spatial smoothing, cleaning the information of the thematic maps of the "patchwork" type structure, making it possible to understand the spread of TB incidence in the years studied and highlighting the municipalities with high incidence of TB. CONCLUSIONS: These methods have advantageous for the analysis and understanding of the spread of TB, and may contribute to the diversified implementation of public health policies by region that may lead to TB control.

KEYWORDS: Spatial statistics. Tuberculosis. Empirical Bayesian Estimator. Geoprocessing

REFERÊNCIAS

BAILEY TC E GATRELL AC. **Interactive spatial data analysis**. Harlow Essex. England: Longman Scientific & Technical; New York, NY: J. Wiley, p. 303-306.1995.

BIVAND R E PIRAS G. **Comparing Implementations of Estimation Methods for Spatial Econometrics**. Journal of Statistical Software, 63(18), 1-36. URL <<http://www.jstatsoft.org/v63/i18/>>. Acesso em: 30 mar. 2017.

BIVAND, RS, HAUKE J E KOSSOWSKI T. **Computing the Jacobian in Gaussian spatial autoregressive models: An illustrated comparison of available methods**. *Geographical Analysis*, 45(2), 150-179. 2013

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância à Saúde. **Programa Nacional de Controle da Tuberculose**. SINAN TB. Brasília: Ministério da Saúde, 2014.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância à Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. **Manual de recomendações para o controle da tuberculose no Brasil**. Brasília: Ministério da Saúde, 2011b. 284p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Fundação Oswaldo Cruz. **Abordagens espaciais na saúde pública**. Brasília : Ministério da Saúde, 2006.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Fundação Oswaldo Cruz. **Sistemas de Informações Geográficas e Análise Espacial na Saúde Pública**. Simone M. Santos, Reinaldo Souza-Santos, organizadores. Brasília: Ministério da Saúde, 2007.

GABARDO, BMA. **Formação e Qualificação Profissional em Atenção Primária à Saúde**. Oficina do APSUS 7. Ano de 2013, 15p. Disponível em: <<http://www.saude.pr.gov.br/arquivos/File/Oficina7VigilanciaemSaude.pdf>>. Acesso em: 29 ago. 2017

SANTOS AE, RODRIGUES AL E LOPES DL. **Aplicações de Estimadores Bayesianos Empíricos para Análise Espacial de Taxas de Mortalidade**. Departamento de Estatística – Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

WHO, 2016. **Global Tuberculosis Report 2016**. Data are as reported to WHO. Estimates of TB and MDR-TB burden are produced by WHO in consultation with countries.<www.who.int/tb/data>. Acesso em: 30 mar. 2017

Recebido: 31 ago. 2017.

Aprovado: 02 out. 2017.

Como citar:

DELGADO-JÚNIOR, C. M.; LIZZI, E.A.S.. Geoprocessamento e estatística espacial: estudo aplicado sobre a taxa de propagação de casos incidentes de tuberculose no estado do Paraná, Brasil. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DA UTFPR, 2017, Londrina. **Anais eletrônicos...** Londrina: UTFPR, 2017. Disponível em: <<https://eventos.utfpr.edu.br/sicite/sicite2017/index>>. Acesso em: XXX.

Correspondência:

Clemente Martins Delgado Júnior

Rua Cláudio dos Santos, número 91, Bairro Jardim Paraíso, Bandeirantes, Paraná, Brasil.

Direito autoral:

Este resumo expandido está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição-Não Comercial 4.0 Internacional.

