

Childhood tuberculosis: a spatial analysis in the state of Espírito Santo Brazil, 2001-2011

| Análise espacial da tuberculose infantil no Espírito Santo no período de 2001 a 2011

ABSTRACT | Introduction: *Tuberculosis is a leading cause of death in Brazil, and remains a serious threat to global public health. Children under 15 years of age account for 15% of the 85% of the cases reported. Spatial analysis tools allow us to quantify and visualize the incidence of the condition and to assess the impact of the spatial components on tuberculosis distribution. Objective:* *The study aims at analyzing the spatial distribution of childhood tuberculosis in the state of Espírito Santo, from 2001 to 2011, according to the municipality of residence. Methods:* *An ecological study on 827 cases was carried out and data was analyzed using Earth View Software 4.3.0, with the municipalities of the state serving as the basic geographic unit of analysis. Spatial statistics was generated from the Global Bayesian Estimator and the Local Bayesian Estimator for the analysis and interpretation of results. Results:* *Of the 827 cases reported, the municipalities prioritized for the tuberculosis control programmes accounted for 81.98% of the cases. In 78 municipalities, 20 did not report any cases of the disease. The use of spatial smoothing techniques allowed the data to be perceived more neatly as clutter was reduced, making the high and low Childhood Tuberculosis prevalence by region more evident. Conclusion:* *Spatial analysis contributes to better planning for tuberculosis control interventions targeted at high-risk populations, since the method is able to identify areas of higher incidence of Pediatric Tuberculosis.*

Keywords | *Tuberculosis, Child Health, Spatial analysis.*

RESUMO | Introdução: Responsável por uma das principais causas de morbimortalidade no país, a Tuberculose é considerada um grave problema de saúde pública e tornou-se uma preocupação mundial. Dentre 85% dos casos notificados, 15% dos casos são referentes às crianças menores de 15 anos. A análise espacial permite visualizar e quantificar as áreas de incidência da doença e analisar a influência dos componentes do espaço na distribuição da tuberculose infantil. **Objetivo:** O objetivo desse estudo é analisar a distribuição espacial da Tuberculose Infantil no estado do Espírito Santo, de 2001 a 2011, segundo município de residência. **Métodos:** Realizou-se um estudo ecológico dos 827 casos. Os dados foram apresentados e tabulados no *software* Terra View 4.3.0, considerando a unidade de análise os municípios do Espírito Santo. Utilizou-se o Método Estimador Bayesiano Global e Estimador Bayesiano Local para a análise e interpretação dos resultados. **Resultados:** Dentre os 827 casos notificados de tuberculose infantil, os municípios prioritários para o Controle da Tuberculose foram responsáveis por 81.98% dos casos. Dentre os 78 municípios, 20 não notificaram nenhum caso da doença. A partir da utilização dos métodos de suavização espacial destaca-se uma redução do aspecto “colcha de retalhos”, evidenciando as regiões de alta e baixa incidência da tuberculose infantil. Observam-se altas taxas de incidência em todo o litoral do Espírito Santo, principalmente, no município de Vitória, o que possivelmente, pode estar relacionado diretamente com a endemia da tuberculose. **Conclusão:** A análise espacial auxilia no planejamento das ações de controle da tuberculose direcionadas aos grupos populacionais de risco, visto que é possível identificar por intermédio desse método as áreas de maior incidência da tuberculose infantil.

Palavras-chave | Tuberculose; Saúde da Criança; Análise Espacial.

¹Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória/ES, Brasil.

INTRODUÇÃO |

A tuberculose (Tb) é considerada um grave problema de saúde pública. Em 2012, 8,6 milhões de pessoas adoeceram por Tb e 1,3 milhões de pessoas morreram pela doença, entre as crianças estima-se 530.000 novos casos e 74.000 mortes pela doença¹. No Brasil, em 2011, foram notificados 40.253 casos de TB, sendo 692 casos referentes à faixa etária entre 0 a 14 anos². No estado do Espírito Santo, entre o período de 2001 a 2007, foram notificados 515 casos de Tb infantil³. Segundo Eamramond & Jaramillo⁴, o risco de adoecimento em crianças menores de 1 ano é de 43,0%; entre as crianças de 1 a 5 anos, 24,0%; e por fim na faixa etária de 11 a 15 anos, 15,0%; ao contrário dos adultos que o risco é de 5,0% a 10,0%.

A tuberculose infantil caracteriza-se por uma doença paucibacilar, portanto as crianças geralmente não são infectantes, mas atuam como “reservatório” em razão do *Mycobacterium tuberculosis* permanecer em seu estado latente, no entanto com o passar dos anos o bacilo pode se tornar ativo e assim manifestar a doença⁵. O quadro clínico da Tb infantil é extremamente variado, no qual consiste em febre, tosse, irritabilidade, adinamia, expectoração, emagrecimento, sudorese noturna por mais de duas semanas, nos quais resultam em sinais e sintomas inespecíficos. Formas mais grave da doença também ocorre, como a disseminação com emagrecimento acentuado e evolução para óbito⁵.

Como consequência da variedade de sintomas inespecíficos, o diagnóstico clínico da Tb infantil torna-se difícil, protelando o tratamento e a prevenção. Devido a grande dificuldade da criança em expectorar, o método de diagnóstico mais utilizado é o lavado gástrico, considerado o padrão ouro de diagnóstico para a TB infantil⁵. Em estudo realizado no estado do Espírito Santo afirma-se que as culturas das amostras a partir da técnica do lavado gástrico produziram melhores resultados diagnósticos⁶.

As crianças são infectadas por intermédio do contato direto com um adulto que seja de relação próxima e que esteja contaminado⁵. Na grande maioria, a infecção ocorre em meio domiciliar, onde há maior probabilidade da criança entrar em contato com esse adulto infectado e assim contrair a doença⁵.

Apesar da taxa significativa de Tb infantil no mundo, os programas de controle da tuberculose são direciona-

dos especialmente para pacientes adultos diagnosticados com Tb por intermédio da baciloscopia de escarro, visto que esses indivíduos são altamente infecciosos⁷.

O instrumento utilizado para investigar a incidência da doença no espaço é o geoprocessamento. A análise espacial utiliza o geoprocessamento e os sistemas de informações geográficas para o mapeamento de uma doença num determinado espaço, a fim de quantificar a sua exposição e suas principais características⁸.

A estatística espacial por sua vez, permite o mapeamento de doenças, a identificação de aglomerados espaciais e o monitoramento de problemas ambientais⁹. A utilização de técnicas baseadas nos Sistemas de Informações Geográficas (SIG) para capturar, armazenar, gerenciar, analisar e apresentar informações geográficas⁹ tem sido considerada por diversos autores^{10,3,11}, visto que, o entendimento da dinâmica de distribuição dos riscos de adoecer e morrer por TB auxilia no planejamento de condutas dirigidas a grupos populacionais de riscos⁹.

A partir da análise espacial da tuberculose infantil no Estado do Espírito Santo pretende-se conhecer e quantificar a distribuição da doença no espaço, permitindo dessa forma a elaboração de um planejamento eficaz em saúde que atue diretamente no foco da doença e em populações prioritárias.

MÉTODOS |

O presente trabalho caracteriza-se como um estudo ecológico. O estudo ecológico consiste na análise de uma população ou um grupo de pessoas pertencente a uma área geográfica definida (país, estado, cidade, município ou setor censitário)⁸. A fim de gerar estimativas mais precisas para o risco de Tuberculose no Estado do Espírito Santo, o estudo ecológico foi proposto neste estudo.

O cenário estudado é o Estado do Espírito Santo, constituído por 78 municípios, sendo Cachoeiro de Itapemirim, Cariacica, Colatina, Guarapari, Linhares, São Mateus, Serra, Vila Velha e Vitória considerados municípios prioritários pelo Plano Nacional de Controle da Tuberculose (PNCT)¹². O público alvo são indivíduos menores de 15 anos e notificados com tuberculose.

Os dados foram obtidos por intermédio do Sistema de Informações sobre Agravos de Notificação da Secretaria de Vigilância em Saúde do Ministério da Saúde (SINAN / SVS / MS) e abrangem os casos de tuberculose infantil do Estado do Espírito Santo, referentes ao período de janeiro de 2001 a dezembro de 2011. Para o georeferenciamento das informações e realização da análise espacial, utilizou-se a malha digital do Estado do Espírito Santo disponibilizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) do ano 2010. Todos os arquivos são compatíveis com o *software* TerraView versão 4.3.0.

A endemia da tuberculose infantil foi caracterizada pelas taxas de incidência de novos casos da doença em menores de 15 anos, que dividiu o número de casos novos notificados em cada município pela população da área, multiplicando-se por 100 mil habitantes.

Para a correção das taxas epidemiológicas utilizou-se a estatística espacial, que permite investigar a localização espacial de eventos, modela a ocorrência dos fenômenos estudados por intermédio da estrutura de distribuição espacial, dos fatores determinantes, dentre outros⁹. Para evitar uma flutuação aleatória, que resultem em interpretações fora da realidade, foram utilizados dois métodos de suavização espacial^{8,13}.

O primeiro método empregado foi o estimador bayesiano empírico global, no qual busca uma aproximação da taxa média do conjunto dos municípios, e o segundo método utilizado foi o estimador bayesiano empírico local que trabalha com a média de incidência encontrada na vizinhança do município⁹. O estimador bayesiano empírico é uma taxa ajustada por meio da seguinte expressão:

$$\theta_i = p_i t_i + (1 - p_i) \mu_i$$

A taxa de incidência bruta ou de risco da tuberculose no município i é representada por t_i ; a taxa global para o Espírito Santo é indicada por μ , e por fim, p_i representa um peso entre 0 e 1 que pode ser entendido com um grau de confiabilidade acerca da taxa, ou seja, se houver uma baixa instabilidade no valor da taxa t_i (populações maiores), p será próximo de 1, sendo assim o peso $(1 - p)$ será próximo de 0. No caso do uso do estimador Bayesiano local, μ_i e p_i serão obtidos considerando-se, além do próprio, apenas aqueles municípios vizinhos ao município sob análise⁹.

Regiões com populações muito baixas terão uma correção maior, e regiões populosas terão pouca alteração em suas ta-

xas. Logo, θ_i será estimado quando n for pequeno, com maior peso da média da vizinhança, no caso do estimador local ou da taxa geral da região, no caso do estimador global⁹.

A partir da autocorrelação espacial entre as taxas que mede a correlação da própria variável no espaço⁹, foi possível analisar os Padrões Espaciais de Ocorrência, a fim de examinar se a distribuição da endemia de tuberculose infantil no espaço ocorre de forma aleatória ou segue algum padrão de ocorrência. Para isso, calculou-se o Índice Local de Moran I, sabendo que os valores de significância inferiores a 0,05 delimitam regiões onde existem estruturas espaciais locais de surgimento da TB infantil. O Índice de Moran é dado por:

$$I = \frac{n \sum_{i \neq j} W_{ij} (y_i - \bar{y})(y_j - \bar{y})}{S_0 \sum_{i=j}^n (y_i - \bar{y})^2}$$

Onde: $S_0 = \sum_{i \neq j} W_{ij}$.

Na equação acima, n representa o número de áreas da região, Y_1, Y_2, \dots, Y_n são as variáveis aleatórias calculadas em n áreas, respectivamente, \bar{Y} é o valor médio das variáveis nas áreas estudadas, e W_{ij} são os elementos da matriz de vizinhança. No caso aqui, é uma matriz de 1's para vizinhos e 0 para não vizinhos. O índice de Moran varia de -1 a +1. Quando o valor está próximo de 0 indica falta de correlação espacial nos dados, entretanto valores positivos (0 a 1) indicam uma dependência espacial. Já os valores negativos apontam para uma correlação inversa, o que não é comum¹⁴.

Este estudo é parte do projeto intitulado “Análise Espacial de Dados Epidemiológicos da Tuberculose em Regiões Metropolitanas do Brasil – 2001 a 2011” aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Federal do Espírito Santo sob o número 242.826.

RESULTADOS |

Dentre os 827 casos notificados de Tb infantil (tabela 1), os municípios prioritários para o Controle da Tuberculose foram responsáveis por 81,98% (678) dos casos. Em relação à faixa etária, observa-se uma predominância entre 11 e 15 anos (38,93%). Quanto ao sexo das crianças e adolescentes, 53,08% (439) correspondem ao sexo masculino e 46,79% (387) feminino.

Em relação à forma clínica, há um predomínio da forma pulmonar com 72,67% (601) dos casos diagnosticados. A cultura de escarro mostrou índice de positividade de 11,6% (96) e 7,25% (60) estão em andamento. O exame radiológico foi realizado em 94,74% das crianças e adolescentes investigados, destes, 81,56% tiveram resultado suspeito. Na variável teste tuberculínico, 42,26% das crianças apresentou reator forte. Das crianças notificadas, 7,15% apresenta co-infecção Tb/HIV. Quanto à situação de encerramento, 80,31% foram encerrados como cura e a taxa de óbito corresponde a 0,85% (7).

Os municípios do estado do Espírito Santo somam em 78, dentre estes, 20 municípios não notificaram nenhum caso de Tb infantil e 22 notificaram pelo menos um caso de Tb infantil. Dentre os municípios com incidência diferente de zero, Santa Maria de Jetibá e Vitória apresentaram respectivamente, a menor (11,31/100 mil habitantes) e a maior (415,49/100 mil habitantes) taxa de incidência bruta. (Figura 1 – mapa “a”).

Com a utilização dos métodos de suavização espacial – estimador bayesiano empírico global (Figura 1 – mapa “b”) e estimador bayesiano empírico local (Figura 1 – mapa “c”) destaca-se uma redução do aspecto “colcha de retalhos” em relação ao primeiro mapa (Figura 1 – mapa “a”), evi-

denciando as regiões de alta e baixa incidência a Tb infantil.

A partir do estimador bayesiano empírico global, calcularam-se as taxas de incidência ajustadas aos municípios. Dos municípios que anteriormente apresentaram incidência bruta igual a zero, nenhum permaneceu com o valor igual a zero. A maior taxa agora permanece em Vitória, com 410,21/100 mil habitantes, enquanto a menor taxa equivale a 16,67/100 mil habitantes no município de Pinheiros; dadas as suavizações dos valores originais. (Figura 1 – mapa “b”).

O cálculo do estimador bayesiano empírico local reduziu ainda mais o efeito das flutuações aleatórias. Observam-se altas taxas de incidência em todo o litoral do Espírito Santo, enquanto que os municípios com baixa taxa de incidência estão localizados principalmente, na região Serrana. O município de Vitória apresenta a maior taxa de incidência (411,72/100 mil habitantes), enquanto que Mucurici é o município com menor taxa de incidência (14,43/100 mil habitantes).

Após, calculou-se o Índice de Moran Local para avaliar a autocorrelação entre os municípios vizinhos, no qual resultou num valor de 0,138756 ($p = 0,05$), resultando, portanto, numa correlação espacial significativa.

Tabela 1 - Caracterização dos casos notificados com Tb infantil, Espírito Santo, 2001 – 2011.

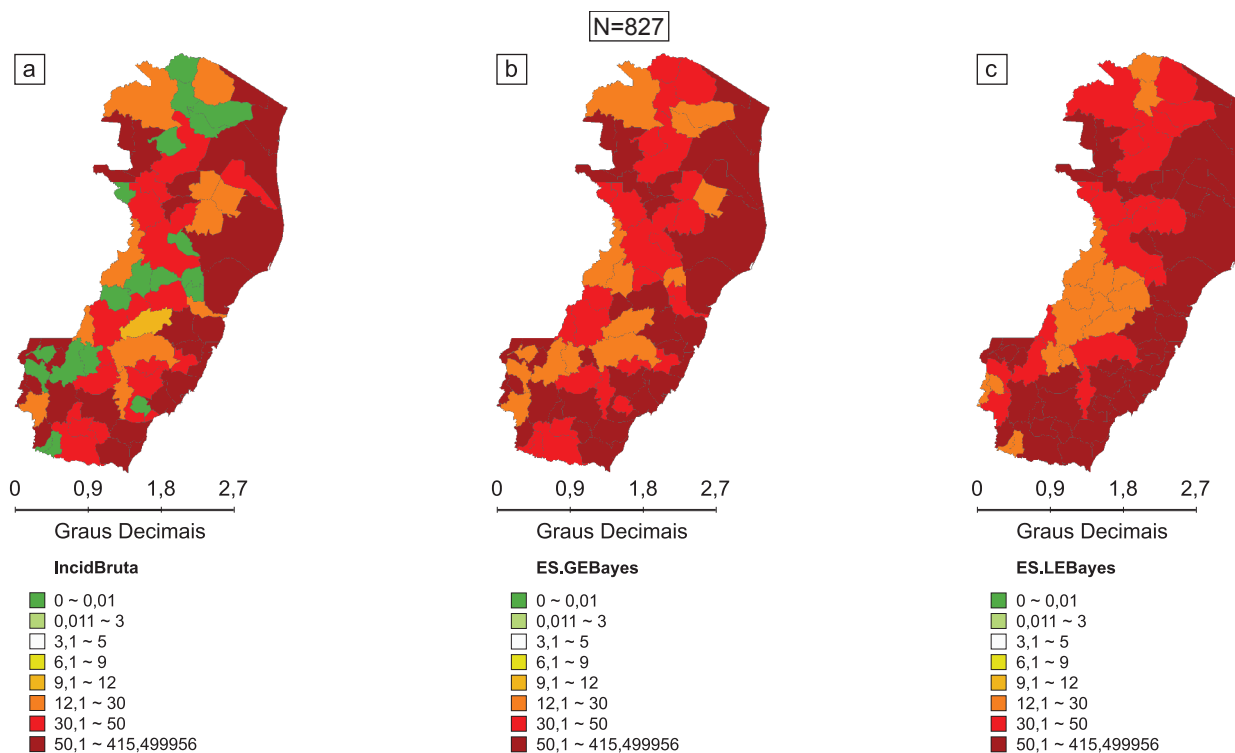
Variáveis		n	%
Municípios	Prioritários	678	81,98%
	Outros	149	18,01%
Faixa Etária	<2 anos	261	31,55%
	3 - 6 anos	148	17,89%
	7 - 10 anos	96	11,60%
	11 - 15 anos	322	38,93%
Sexo	Feminino	387	46,79%
	Masculino	439	53,08%
Forma Clínica	Pulmonar	601	72,67%
	Extrapulmonar	173	20,90%
	Pulmonar + Extrapulmonar	53	6,40%
Cultura de Escarro	Positivo	96	11,60%
	Negativo	71	8,58%
	Em andamento	60	7,25%
	Não realizado	600	72,55%

*Continua

*Continuação da Tabela 1

Variáveis	n	%	
Raio X	Suspeito	668	81,56
	Normal	93	11,35
	Outra patologia	15	1,83
	Não realizado	43	5,25
Teste Tuberculínico	Não reator	120	14,74
	Reator fraco	43	5,28
	Reator forte	344	42,26
	Não realizado	307	37,71
Co-infecção Tb/HIV	Positivo	53	7,15
	Negativo	242	32,65
	Não se aplica	464	62,61
Encerramento	Cura	661	80,31
	Abandono	25	3,03
	Óbito	7	0,85
	Tranferência	21	2,55
	Mudança de esquema	28	3,4
	Mudança de diagnóstico	80	9,72
	Continua em tratamento	1	0,12

Figura 1 - Distribuição Espacial das Taxas de Incidência de Tb infantil. Espírito Santo, Brasil, 2000-2011. (a) Taxa de Incidência Bruta. (b) Estimador bayesiano empírico global. (c) Estimador bayesiano empírico local.



(a) Taxa de Incidência Bruta. (b) Estimador bayesiano empírico global. (c) Estimador bayesiano empírico local.

DISCUSSÃO |

Ao analisar o perfil epidemiológico, constata-se uma diminuição considerável no número de notificações a partir dos três anos de idade e o aumento entre a faixa etária de 11 e 15 anos. Quanto ao sexo, ocorre uma predominância do sexo masculino. Em relação à situação de encerramento, 80,31% obtiveram cura. Tais resultados podem ser confirmados em estudos da Tb infantil realizados na Região Metropolitana de Vitória e no estado do Espírito^{15,6,3}.

A princípio foram encontrados 20 municípios com taxa de incidência bruta igual a zero. Em estudo sobre a endemia da Tb em menores de 15 anos no Espírito Santo¹⁵, nenhum município apresentou taxa de incidência menor que zero, o que poderia apontar a subnotificação dos casos de Tb infantil no município de origem ou o diagnóstico nos municípios onde há maior acesso aos serviços de saúde e melhor capacidade diagnóstica.

Os municípios prioritários para o controle da tuberculose concentram as maiores taxas de notificação da tuberculose infantil. Essa assertiva corrobora com os achados dos estudos de SALES *et al.*³, reforçando a correlação entre a endemia da Tb e a Tb infantil, e a importância epidemiológica dos contatos domiciliares na cadeia de transmissão da doença¹⁵.

Em relação ao mapa de distribuição dos casos de Tb infantil corrigidos pelo método bayesiano empírico local, altas taxas de incidência localizam-se por todo o litoral do estado, sendo a maior taxa de incidência encontrada no município de Vitória. Em comparação com os estudos de SALES *et al.*³, altas taxas de incidência foram encontradas tanto na região Metropolitana de Vitória quanto na região Nordeste e os municípios com menor taxa de incidência estão localizados principalmente, na região Serrana. Em estudo realizado no Espírito Santo sobre a análise espacial da endemia da Tb em adultos¹¹, foram encontrados resultados semelhantes na Região Metropolitana de Vitória, região Nordeste e Serrana.

De acordo com o Índice de Moran Local calculado neste estudo, podemos inferir que o *p-valor* foi significativo resultando em Índice de Moran igual a 0,138756 ($p = 0,05$), semelhantemente em estudo sobre a análise espacial da Tb infantil no Espírito Santo entre 2000 a 2007³, no qual mostrou um Índice de Moran de 0,238214 ($p < 0,001$), existindo assim, dependência entre as taxas de incidência.

CONCLUSÃO |

A incidência da Tb infantil está fortemente correlacionada com áreas de aglomeração populacional, expressando a relação entre espaço e transmissão da doença.

O estudo mostra que o município de Vitória é o que apresenta maior incidência da Tb infantil, em virtude de ser mais populoso e, possivelmente, por possuir melhor infraestrutura hospitalar e diagnóstico para a doença. Existe uma correlação entre a endemia da Tb e a Tb infantil, principalmente, nos municípios prioritários da doença.

Portanto, com a análise espacial foi possível identificar as áreas com maior incidência de Tb infantil no Espírito Santo, ressaltando a sua importância no planejamento das ações de controle da Tb direcionadas aos grupos populacionais de risco.

REFERÊNCIAS |

1. World Health Organization. WHO Report 2013. Global Tuberculosis Report. WHO Library: Geneva; 2013.
2. World Health Organization. WHO Report 2013. Global Tuberculosis Report. WHO Library: Geneva; 2012.
3. Sales CMM, Figueiredo TAM, Zandonade E, Maciel ELN. Análise espacial da tuberculose infantil no estado do Espírito Santo, 2000-2007. *Rev Soc Bras Med Trop* 2010; 43(4): 435-439.
4. Eamramond P, Jaramillo E. Tuberculosis in children: re-assessing the need for improved diagnosis in global control strategies. *Int J Tuberc Lung Dis* 2001; 5(7): 594-603.
5. Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. Manual de Recomendações para o Controle da Tuberculose no Brasil. 2011.
6. Maciel ELN, *et al.* Acurácia do lavado gástrico realizado em ambiente hospitalar e ambulatorial no diagnóstico da tuberculose pulmonar em crianças. *J bras pneumol* 2008; 34(6): 404-411.
7. Marais BJ, Gie RP, Hesselning AC, Schaaf HS, Lombard C, Enarson DA, *et al.* A refined symptom-based

approach to diagnose pulmonary tuberculosis in children. *Pediatrics* 2006; 118(5): 1350-9.

8. Medronho RA, Perez MA. Distribuição das doenças no espaço e no tempo. In: Medronho RA, organizador. *Epidemiologia*. São Paulo: Atheneu, 57-71, 2002.

9. Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Fundação Oswaldo Cruz. Introdução à estatística Espacial para a saúde pública. Org.: Simone Santos e Wayner Souza. Brasília: Ministério da Saúde, 2007. (Série B. Textos básicos da saúde) (Série Capacitação a Atualização em Geoprocessamento em Saúde; 3).

10. Barbosa IR, et al. Análise da distribuição espacial da tuberculose na região Nordeste do Brasil, 2005-2010. *Epidemiol Serv Saúde* 2013; 22(4): 687-695.

11. Vieira RC. A endemia de Tuberculose e seus determinantes socioeconômicos no Espírito Santo: Uma análise de dados espaciais. [Dissertação]. [Vitória, ES]: Universidade Federal do Espírito Santo; 2006.

12. Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. NOTA TÉCNICA Nº 15 CGPNCT/DEVEP/SVS/MS. Municípios Prioritários para o Controle de Tuberculose. Disponível em: <http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/nota_tecnica_prioritarios.pdf>. Acesso em 5 out. 2013.

13. Bailey TC, Gatrell AC. *Interactive Spatial Data Analysis*. Essex: Longman; 1995.

14. Câmara G, Carvalho MS, Cruz OG, Correa V. Análise Espacial de Áreas. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. São José dos Campos, SP. 2002. Disponível em: <<http://mtc-m12.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/sergio/2004/10.07.15.04/doc/cap5-areas.pdf>>. Acesso em 13 set. 2013.

15. Maciel ELN, et al. O Perfil Epidemiológico da Tuberculose em Crianças e Adolescentes menores de 15 anos na Grande Vitória, Brasil, no período de 1990-2001. *Cad Saude Colet* 2006; 14(1):81-94

Correspondência para/Reprint request to:

Carolina Maia Martins Sales

Av Marechal Campos 1468, Vitória, ES, Brasil.

Universidade Federal do Espírito Santo,

Centro Biomédico, Departamento de Enfermagem.

Cep.: 29040-090

Tel.: (27) 99986-4383

E-mail: carolina.sales@outlook.com

Recebido em: 26/03/2015

Aceito em: 16/06/2014