

Análise da Distribuição Espacial da Tuberculose no Município de João Pessoa nos anos de 2004 e 2005

Autores: Ana Hermínia Andrade e Silva; Renata Grigório Silva Gomes; Ronei Marcos de Moraes

Departamento de Estatística - UFPB

ana_herminia@hotmail.com, renatagrigo@yaho.com.br, ronei@de.ufpb.br

Introdução

Estima-se que cerca de 129.000 casos de tuberculose ocorram por ano no Brasil, dos quais cerca de 90.000 são notificados [1] e mais de 5 mil mortes anuais [2]. A incidência no país atinge 29,2 pessoas para cada 100.000 habitantes. A região Nordeste é a segunda com maior incidência da tuberculose no país, 29,9 para cada 100.000 habitantes, juntamente com a região Norte [3]. Esta doença é causada pelo microorganismo *Mycobacterium tuberculosis*, sendo infecciosa e contagiosa onde sua propagação está ligada às condições de vida da população. Sua proliferação se dá em áreas de grande concentração humana com precários serviços de infra-estrutura urbana onde coexiste fome e miséria. Sua infecção pode ocorrer em qualquer idade, sendo que no Brasil geralmente ocorre na infância. Uma vez infectada, a pessoa pode desenvolver a tuberculose em qualquer fase da vida e todos os órgãos podem ser acometidos pelo bacilo da tuberculose, ocorrendo com mais frequência nos pulmões, gânglios, rins, cérebro e ossos [1].

A persistência da tuberculose em escala internacional, a despeito da existência de estratégias terapêuticas eficazes, revela não apenas o grande número de fatores envolvidos na sua determinação, mas, sobretudo na complexidade do seu controle e cura [4]. A melhoria nas condições de vida da população [5] sugere a necessidade da implementação de políticas de saúde voltadas para populações residentes em áreas de maior risco. Estas políticas são importantes não apenas no monitoramento dos casos e surtos como também no controle de fatores que possam influenciar na cura dos casos [4].

O objetivo deste trabalho é determinar um padrão do comportamento espacial da incidência da tuberculose no município de João Pessoa, permitindo assim intervenções por parte dos dirigentes, sendo feita de forma mais direta e eficaz. A utilização de técnicas estatísticas de geoprocessamento contribui para detectar os fatores associados ao tratamento e cura e da distribuição espacial destes casos, auxiliando na tomada de decisões. Em especial, os estudos de detecção de conglomerados são muito importantes para a identificação de regiões geográficas que apresentam risco elevado em relação à ocorrência de um determinado evento, seja uma doença ou uma epidemia, em suas diversas formas [6]. Tais técnicas permitem que medidas de planos de contenção e direcionamento dos esforços no tratamento desta doença sejam adotados permitindo melhoria na qualidade de vida da população.

Metodologia

Para a análise do comportamento da incidência da tuberculose no município de João Pessoa, com informações fornecidas pela Secretária de Saúde do Município, por meio dos métodos descritos a seguir, foi necessária a projeção da população para os anos de 2004 e 2005. Para tanto foi utilizado o método geométrico [7]. Então, calculou-se a taxa de crescimento populacional:

$$r_t = \left[\frac{Pop(t + \Delta t)}{P(t)} \right]^{\frac{1}{\Delta t}} - 1$$

onde $P(t)$ é a população no tempo t ; $Pop(t + \Delta t)$ é a população no tempo $t + \Delta t$; t é a data base e Δt é o intervalo entre a data base e a data a ser estimada.

A partir da taxa de crescimento obtida projetou-se a população utilizando a seguinte expressão [8]:

$$Pop(t + \xi) = P(t)(1 + r)^t$$

onde $Pop(t + \xi)$ corresponde à população projetada para o tempo $t + \xi$.

Para verificar a normalidade da distribuição dos dados de incidência da tuberculose foi aplicado o teste não-paramétrico de Lilliefors [9]. Este teste é uma derivação do Teste de Aderência de Kolmogorov-Smirnov que pondera os valores centrais e extremos da distribuição. Tal teste diz respeito ao grau de concordância entre a distribuição de um conjunto de valores amostrais. Com a estatística do teste (p-valor) calculada, e com base no nível de significância adotado, pode-se aceitar ou rejeitar a hipótese nula de que os dados seguem uma distribuição normal.

A detecção de conglomerados espaciais tem como objetivo a delimitação de uma região geográfica na qual a hipótese de ocorrência aleatória de um determinado evento pontual é rejeitada. Tal informação é de grande relevância em estudos epidemiológicos [9]. Para a detecção de tais aglomerados, utilizou-se o método de varredura *Scan*. A estatística *Scan* é um teste de conglomerados que vem sendo muito utilizado nos últimos anos, devido a sua eficiência em detectar tais regiões [10]. O algoritmo do método *scan Kulldorff's* inicialmente possui um círculo que engloba apenas o centróide de cada sub-região. Em termos gerais, o algoritmo aumenta o raio do círculo englobando um novo centróide até que o círculo reúna todos os centróides da região de estudo [11]. Ou seja, tem-se um conjunto de possíveis conglomerados com os raios variando desde a situação onde somente o centróide em questão esteja na região circular, até um círculo que contenha em seu interior todos os centróides da região suficientes para formação de um conglomerado. Este conjunto de possíveis conglomerados pode ser reduzido se for definido um parâmetro de condição para o raio de busca, de modo que nenhum candidato possua mais que uma dada porcentagem da população.

Sejam os parâmetros (z, p, r) , onde z representa os círculos na região de interesse, pertencentes a Z , sendo este o conjunto de todos os círculos, p a probabilidade de um indivíduo qualquer estar dentro de tais círculos seja um caso e r a probabilidade de um indivíduo fora do círculo de interesse seja um caso [12]. O método de Varredura *Scan* é baseado na função de verossimilhança, podendo ser utilizadas as distribuições de Bernoulli ou Poisson. Neste trabalho utilizou-se a distribuição de Poisson. Assim, a hipótese de aleatoriedade completa é dado por:

$$H_0 : p = r \text{ (Cada indivíduo é igualmente provável de se tornar um caso)}$$

$$H_1 : p > r$$

Os parâmetros da função verossimilhança podem ser estimados por:

$$\hat{p} = \frac{c_z}{n_z} \quad \hat{r} = \frac{(C - c_z)}{(M - n_z)}$$

onde c_z é o número de casos no círculo z ; n_z é o número de indivíduos em risco no círculo z ; C é o total de casos na região de estudo e M é o total de indivíduos na região de estudo.

A função de verossimilhança para o modelo de Poisson é dado por [12]:

$$L(z, p, r) = \frac{\exp(-p * n_z - r * (M - n_z)) * p^{c_z} r^{(C - c_z)} \prod_i c_i}{C!}$$

onde, c_i é número de casos para $i = 1, 2, \dots, n$.

Para encontrar o conglomerado mais verossímil fixa-se z e calcula-se $p(z)$ e $r(z)$ que maximiza a função de Máxima Verossimilhança. De modo geral, é realizado uma varredura sobre todos os possíveis conglomerados definidos em Z . Logo, o possível aglomerado com Máxima Verossimilhança é a região \hat{z} definido por [12]:

$$L(z, p, r) = \sup_{|z, p > r|} \frac{\exp(-p * n_z - r * (M - n_z)) * p^{c_z} r^{(C - c_z)} \prod_i c_i}{C!}$$

Após a definição do aglomerado mais verossímil é associado uma estatística de teste da razão de verossimilhança:

$$k = \frac{L(\hat{z}, p(\hat{z}), r(\hat{z}))}{L_0}$$

onde L_0 é a função de máxima verossimilhança sob a hipótese nula.

A função de verossimilhança para a distribuição de Poisson é dada por [12]:

$$L_0 = \frac{C^C (M-C)^{M-C}}{M^M}$$

Neste estudo utilizou-se o *software* R [13] para aplicação das técnicas descritas acima, utilizando para a detecção de conglomerados pelo método *Scan* o módulo *DCluster*, composto por um conjunto de funções para detecção de conglomerados espaciais.

Resultados e Discussão

Para a o estudo da incidência da tuberculose no município de João Pessoa fez-se necessária a projeção da população por bairro para cada ano. Com base na Contagem Populacional de 1996 e no Censo Demográfico de 2000 calculou-se a taxa de crescimento e a população total para o mês correspondente a metade do período anual. Em seguida, calculou-se a proporção populacional para cada bairro, baseando-se nos dados do censo de 2000 e considerando o crescimento populacional constante, obtendo assim a população de cada um dos 66 bairros para o período de estudo.

Para verificar se os dados de incidência de tuberculose apresentavam uma distribuição normal foi aplicado o teste de Lilliefors nos anos de 2004 e 2005. Obteve um p-valor menor que $2,2 \times 10^{-16}$, mostrando assim a não normalidade do conjunto. No caso de uma distribuição não normal, a metodologia mais apropriada é a não-paramétrica. Para uma melhor visualização da distribuição espacial da incidência da tuberculose no município de João Pessoa foram gerados mapas coropléticos para os anos do período de estudo. Pode-se observar nas Figuras 1 e 2 que a incidência do ano de 2005 foi maior que a do ano de 2004.

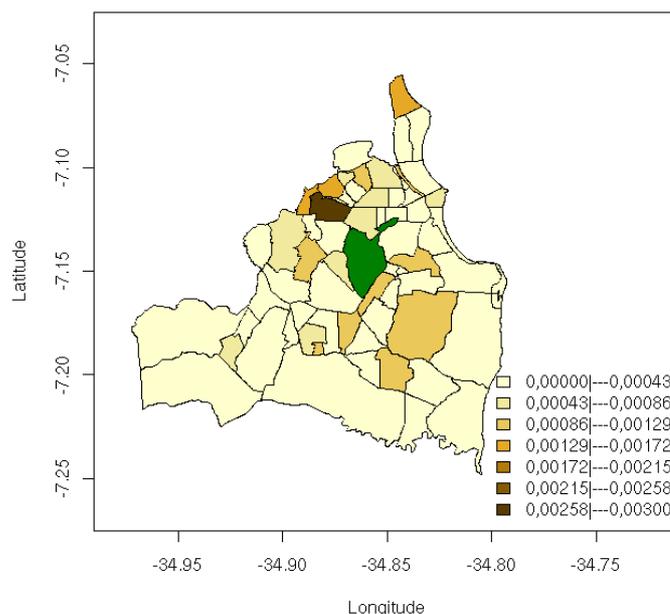


Figura1 : Incidência da tuberculose no ano de 2004

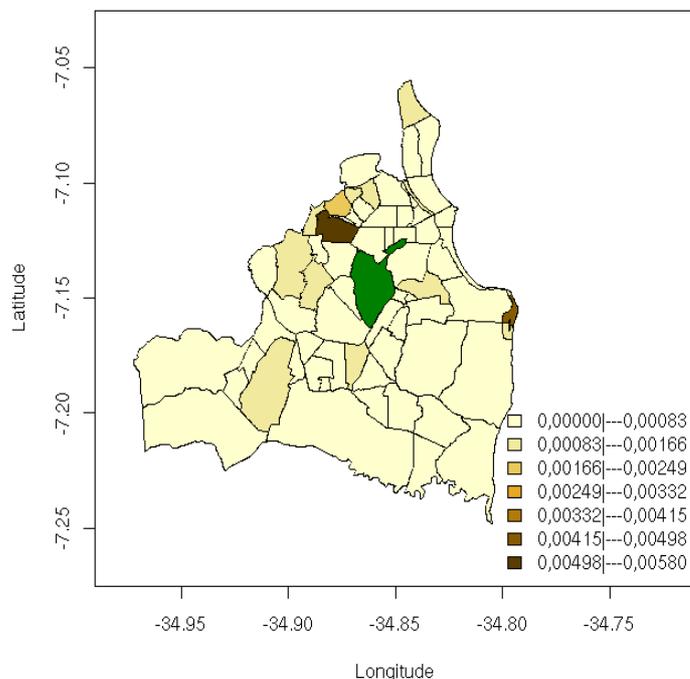


Figura2 : Incidência da tuberculose no ano de 2005

Com base nos mapas gerados pode-se observar que para ambos os anos do estudo, que as regiões que apresentaram a maior quantidade de bairros com incidência foi a região norte do município, sendo que no ano de 2004 a região sul também apresentou muitos bairros com incidência maior que os do restante do município. O bairro do Centro, localizado na parte norte do município, foi o bairro que apresentou a mais alta incidência para os dois anos do período de estudo, em relação ao restante do município.

Foi aplicado o método de varredura Scan, utilizando a distribuição de Poisson para a detecção de conglomerados espaciais para os anos do estudo. Adotou-se $\alpha = 0,05$ como nível de significância, sendo definido que os candidatos a conglomerados não poderiam superar 10% da população.

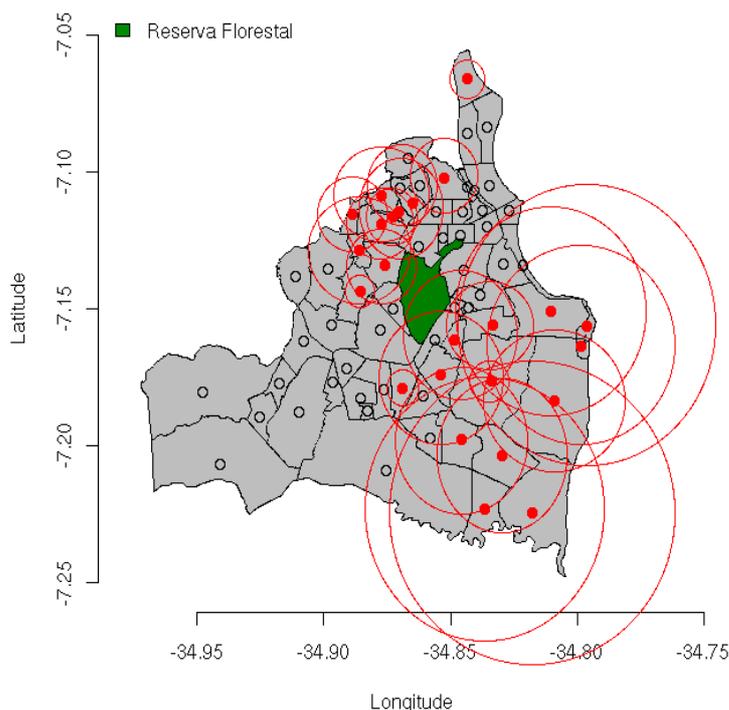


Figura 3: Método Scan para o ano de 2004

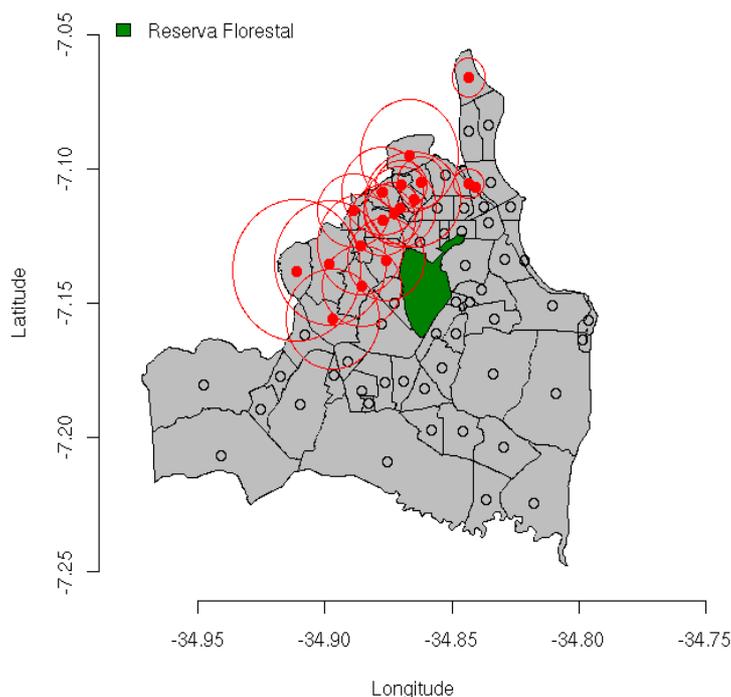


Figura 4: Método Scan para o ano de 2005

Como se pode observar nas Figuras 3 e 4, os conglomerados espaciais detectados para ambos os anos coincidem com as regiões com maior número de bairros com incidência, ou seja, a região norte para ambos os anos e região a sul para o ano de 2004. Para a região norte em ambos os anos pode-se observar nas Figuras 3 e 4, baseando-se no tamanho do raio dos círculos formados em cada conglomerado, que a região norte tem conglomerados com a incidência mais alta que o conglomerado da região sul no ano de 2004.

Conclusões

Foi realizado um estudo sobre a incidência da tuberculose no município de João Pessoa nos anos de 2004 e 2005. Buscou-se identificar conglomerados espaciais formados por bairros da incidência da tuberculose, com o intuito de determinar um padrão do comportamento espacial da incidência.

Com a utilização do teste de Lilliefors, foi verificado que os dados de incidência da tuberculose não seguiam uma distribuição normal, com p-valores inferiores a $2,2 \times 10^{-16}$. Foram gerados mapas coropléticos para melhor visualização da incidência da tuberculose no município de João Pessoa. Pode-se observar que para ambos os anos do estudo, que as regiões que apresentaram mais bairros com incidência foi a região norte do município, sendo que o ano de 2004 apresentou muitos bairros com incidência na região sul do município. O bairro do Centro, localizado na parte norte do município, foi o bairro que apresentou a mais alta incidência para os dois anos do período de estudo.

Para a identificação de conglomerados aplicou-se o método de varredura *Scan* para os anos de estudo. Os conglomerados espaciais detectados para ambos os anos coincidem com as regiões com maior número de bairros com incidência alta, ou seja, a região norte para ambos os anos e a região sul para o ano de 2004. Para a região norte, em ambos os anos, observou-se que esta tem conglomerados com a incidência mais alta que o conglomerado da região sul no ano de 2004.

Bibliografia

- [1] Ministério da Saúde (2002) Manual Técnico para o controle da tuberculose: cadernos de atenção básica/Ministério da Saúde, Secretaria de Políticas de Saúde, Departamento de Atenção Básica, 6ª revisão ampliada, Brasília.
- [2] NOGUEIRA,P.A., MALUCELLI, M. I. C., ABRAHAO, R. M.C.M. (2001) "Avaliação das informações de tuberculose (1989 - 1999) de um Centro de Saúde Escola da cidade de São Paulo", Rev. bras. epidemiol., Vol. 4, No 2, pp. 131-138.
- [3] HIJJAR,M.A.,OLIVEIRA,M.J.P.R.,TEIXEIRA,G,M.(2001)."A tuberculose no Brasil e no mundo". Boletim de Pneumologia Sanitária-Vol. 9,No 2.
- [4] MOTA,F.F., VIEIRA, L.M., PAIM,J.J., COSTA,M.C.N. (2003) "Distribuição espacial da mortalidade por tuberculose em Salvador, Bahia, Brasil", Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, Vol. 19, No 4, pp. 915-922.
- [5] COSTA,D.C. (1985) "Considerações sobre a tendência da tuberculose no Brasil". Cad. Saúde Pública, Vol. 1, No 3, pp. 313-326.
- [6] COSTA,M.A., ASSUNÇÃO, R. M. *Uma análise de desempenho dos métodos SCAN e BESAG & NEWELL na detecção de clusters espaciais.* In: V Simpósio Brasileiro de Geoinformática, 2003, Campos do Jordão. Anais – GEOINFO 2003 (CD-ROM), 2003.
- [7] SPIEGELMAN, M. , "Introduction to demography", Harvard University Press, London, 1968.
- [8] SiEGEL,S., "Estatística não-paramétrica para ciências do comportamento", McGraw-Hill do Brasil, São Paulo, 1975.
- [9] COSTA , Marcelo A. ; SCHRERRER, LUCIANO R. ; ASSUNÇÃO, RENATO M. Detecção de Conglomerados Espaciais com Geometria Arbitrária. IP. Informação pública. v. 8, n. 1, 2006.
- [10] OZONOFF, A.; et al. *Cluster detection methods applied to the Upper Cape Cod cancer data. Environmental Health: A Global Access Science Source.* 4:19. 10.1186/1476-069X-4-19,2005.
- [11] ASSUNÇÃO, R. M. *Uma Análise de Desempenho dos Métodos Scan e Besag&Newell na Detecção de Conglomerados Espaciais.* V Brazilian Symposium on GeoInformatics,2003.
- [12] COSTA, M. A.; ASSUNÇÃO, R. M. *A Fair Comparison Between the Spatial Scan and the Besag - Newell disease Clustering Tests.* Environmental and Ecological Statistics, Vol. 12, 301-319, 2005.
- [13] R Development Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Disponível em: <http://www.R-project.org/>. Acesso em: 5 dezembro de 2007.