ANÁLISE COMPARATIVA DA RESTRIÇÃO POPULACIONAL DO MÉTODO SCAN SOBRE DADOS DE DENGUE DOS MUNICÍPIOS BRASILEIROS

PEDRO RAFAEL DINIZ MARINHO
SADRAQUE ENÉAS DE FIGUERÊDO LUCENA
RONEI MARCOS DE MORAES

Universidade Federal da Paraíba - UFPB
Departamento de Estatística, João Pessoa - PB
{pedro.rafael.marinho, sadraquelucena}@gmail.com, ronei@de.ufpb.br

RESUMO – O presente artigo tem como objetivo comparar diferentes percentuais do parâmetro de restrição do método de varredura Scan para os dados mensais de dengue do Brasil por município. Os diferentes parâmetros de restrição para à estatística Scan foram aplicados aos dados de dengue referente aos anos de 2001 e 2002, de modo que a comparação entre as restrições se deu por meio dos mapas coropléticos de incidência. Para tanto, fez-se uso de métodos demográficos de projeção populacional para estimar a população de cada municípo por mês e obter assim os coeficeintes de incidência de dengue por município. Os parâmetros de restrição populacional comparados foram 20%, 15%, 10%, 5% e 1%. Observou-se que o parâmetro de restrição que melhor se adapitou aos dados de dengue foi o de 1% da população, que apresentou áreas não influenciadas por municípios de alta densidade demográfica e incidência.

ABSTRACT – The paper has as goal to compare different values of maximum cluster size parameter for the spatial Scan statistic using data by month of dengue in Brazil cities. The different parameters were used over 2001 to 2002 dengue data, and comparisons were made using incidence coropletic maps. The resident population was estimated in that period of time using geometric model and after it was obtained incidence rates by city. The parameters used in comparison was 20%, 15%, 10%, 5% and 1%. It was observed that the appropriate value was 1%, which present areas without influence of cities with high demographic density or incidence.

1 INTRODUÇÃO

A análise espacial de fenômenos permite uma avaliação integral dos atributos que definem os diferentes aspectos que compõem o corpo do objeto de estudo, podendo vir a ser representado e avaliado espacialmente como uma unidade (GIAVONI, 2003). Deste modo, além da percepção visual da distribuição espacial de variáveis, torna-se possível a compreensão de possíveis padrões espaciais com considerações objetivas e mensuráveis (CÂMARA te al., 2002). Entender a distribuição espacial de fenômenos ocorridos no espaço se estabelece como um desafio para esclarecimento das questões importantes em diversas áreas do conhecimento, tais como, em saúde, geologia e agronomia, dentre outras (CARVALHO e MORAES, 2007).

A demarcação espacial de áreas para definição de estratégias de controle de doenças é bastante difundido na geografia médica, facilitando a compreensão dos mecanismos de propagação endemo/epidêmica (CARVALHO, 1997). Assim sendo, a identificação de padrões espaciais da transmissão de doenças é fundamental, visto que sua utilização propicia aos órgãos competentes o direcionamento das medidas de combate e controle (TAKAHASHI et al., 2008) (ATANAKA-SANTOS et al., 2007).

A partir do crescente desenvolvimento metodológico para dados de natureza espacial, é notória a oportunidade e necessidade de diversos tipos de análises estatísticas (OPENSHAW, 1995). Sob esta ótica, muitos dados analisados estatisticamente possuem referência espacial, de tal forma que o interesse na análise e descrição das variáveis está centrado nos processos que ocorrem no espaço e os métodos empregados para tal (KREMPI, 2004). De modo geral, os métodos estatísticos são aplicados para testar a presença e localização de conglomerados em uma determinada área (COSTA e ASSUNÇÂO, 2005). Assim, a integração das técnicas estatísticas adaptadas a dados espaciais formam um conjunto de robustas ferramentas de análise para estudos urbanos e regionais (CÂMARA, 2001).

Um conglomerado pode ser definido como um conjunto de áreas cujo risco de ocorrência de um evento é

significativamente distinto do esperado (CARVALHO e MORAES, 2007). Um conglomerado pode ser caracterizado por um caráter puramente espacial, temporal ou espaço-temporal (COSTA, et al., 2006). Eles são ditos puramente espaciais quando se observa uma ocorrência de casos mais alta em determinadas áreas do que em outras. Caso a incidência dos casos seja mais alta em um intervalo de tempo, esse conglomerado é puramente temporal. Já quando a análise feita leva em consideração tanto o espaço quanto o tempo, de tal forma que a localização dos casos é temporariamente maior em algum local do que em outro, esse conglomerado é do tipo espaço-temporal (MOURA, 2006). Especificamente será tratado no presente trabalho a detecção de conglomerados espaciais.

Diversos são os métodos de detecção de conglomerados encontrados na literatura, que estão classificados de acordo com as hipóteses e características observadas nos dados. Entretanto, muitos deles apresentam um grande problema: a necessidade da definição a priori de determinados parâmetros que caracterizam o tamanho do conglomerado procurado. Conseqüentemente, na aplicação dos testes pode ocorrer o vício de pré-seleção, além do problema de ajustes de múltiplos testes (MOURA, 2006). Portanto, o método de varredura espacial Scan tem sido amplamente empregado devido seu poder de detecção e capacidade de atribuir um nível de significância à estatística de teste via simulação de Monte Carlo (COSTA et al., 2006). No emprego do método de varredura Scan, são propostas algumas técnicas de detecção de conglomerados com geometria arbitrária, tais como elipses quadrados ou triângulos (DUCZMAL e ASSUNÇÃO, 2004) (KULLDORFF, 2003). Embora estes métodos sejam bastante eficientes na detecção de conglomerados de formato irregular, o algoritmo scan circular, tem se mostrado mais eficiente que os outros. Um dos problemas presentes na utilização destes métodos está na superestimação do conglomerado ser maior que o scan circular, além da demora no tempo de execução do algoritmo (MOURA, 2006).

De modo geral, o método Scan circular se utiliza de círculos de raio arbitrário posicionados sobre os centróides de cada sub-área da região de interesse (SONG e KULLDORFF, 2003). Inicialmente estes circulos têm raio zero, correspondendo aos pontos dos centróides, e vão sendo aumentados até que se forme um conglomerado ou o raio atinja toda área em estudo (COSTA e ASSUNÇÃO, 2003). Entretanto, pode-se usar de uma restrição que consiste em limitar à um determinado percentual da população o tamanho dos possíveis conglomerados (CARVALHO e MORAES, 2007). Diversos estudos são encontrados na literatura aplicando o uso desta restrição para determinadas áreas, no entanto o parâmetro que define o percentual máximo de população em consideração é empregado apenas a regiões cujo tamanho é pequeno se considerada a abrangência geográfica de um país como o Brasil (GREEN et al., 2006) (JOHNSON et al., 2005) (TAKAHASHI et al., 2008). No presente trabalho, busca-se aplicar o método Scan circular para identificação de conglomerados de dengue no Brasil. Para efeito de estudo foi considerado o período entre de meses entre janeiro de 2001 e dezembro de 2002. Diversos percentuais de população foram comparados visando a melhor adequação ao que se espera da identificação de conglomerados.

O dengue no Brasil corresponde a cerca de 60% das notificações registradas nas Américas (CÂMARA, 2007). Entre os meses de março e junho são observados os maiores coeficientes de incidência do dengue dentre todo o ano. As regiões Nordeste e Sudeste concentraram os maiores índices de notificações, sendo que as demais regiões apresentam níveis mais baixos (FURTADO et al., 2005).

2 METODOLOGIA

2.1 Método Geométrico de projeção populacional

O modelo Geométrico de projeção populacional trata-se de um método para estimar a população de uma dada região de interesse de estudo S em um período de tempo t. A aplicação de tal método exige o conhecimento do crescimento populacional da população em estudo que é dado por:

$$\delta_t = \left(\frac{Pop(t+\Delta t)}{P(t)} \right)^{\frac{1}{\Delta t}}, \qquad (1)$$

onde P(t) é a população no tempo t, Pop(t+Δt) é a população no tempo t+Δt, sendo t a data base e Δt o intervalo entre a data base e a data à ser estimada. Com a taxa de crescimento é possível projetar a população da região a ser estudada através da expressão que segue:

$$Pop(t+i) = P(t)(1+r)^i \qquad (2)$$

onde Pop(t+i) é a população projetada para o tempo t+i.

Com a população projetada para cada período de tempo t+i, pode ser calculado a incidência do fenômeno em estudo nos respectivos período t+i (SPIEGELMAN, 1968). A incidência é calculada com a seguinte expressão:

$$\phi(t) = \frac{\sum_{i=1}^{n} C_i}{Pop(t)}, \qquad (3)$$

onde C_i representa o número de eventos em uma determinada região de estudo em um período de interesse t (SPIEGELMAN, 1968).

2.2 Método de Varredura Scan

A estatística de Varredura Scan é um teste de conglomerado espacial com grande eficiência que vem sendo muito utilizado nos últimos anos. Considerando n

sub-regiões geográficas s_i contidas em uma região S e y_i como sendo a contagem relativa a um evento específico, o algorítimo do método de Varredura Scan possui circunferências centradas nos centróides das n sub-regiões s_i (COSTA, 2006). Tais circunferências possuem diâmetro bastante pequeno de forma que englobe apenas os centróides de cada sub-área de S, sendo $s_i \subset S$, comporta por 2^{n-1} elementos (MATOS, 2007). De forma geral, o algorítimo de Scan proposto por Kuldorf e Nagarwalla (2003) aumenta o raio das circunferências até que o elas reúnam todos os centróides $c \in s_i$, onde $s_i \subset S$ (KULLDORFF e NAGARWALLA, 1995). Trabalhando sobre a hipótese nula de aleatoriedade, ou seja, a ausência de conglomerados, o valor esperado de eventos y_i na i-ésima área independentes de forma que tais áreas que formam uma partição de S pode ser modelado por uma variável aleatória de Bernoulli ou Poisson, trataremos do modelo de Poisson. Seja H_0 a hipótese nula que que haja conglomerado em uma área s_i de S definida por:

$$H_0: y_i \sim \text{Poisson}\ (E_i = \lambda M_i), \tag{4}$$

sendo M_i o número de habitantes, $M_i \in s_i$, onde a taxa estimada das ocorrências de y_i é estimada pela estatística abaixo:

$$\hat{\lambda} = \frac{\sum_{i=1}^{n} y_i}{\sum_{i=1}^{n} M_i}\ . \tag{5}$$

Cada conjunto das partes s_i são considerado *a priori* como áreas de possíveis conglomerados. O número n de sub-regiões de S que podem apresentar possível conglomerado espacial pode vir à diminuir ao ser atribuído um parâmetro de condição ao raio de busca, de forma que tal parâmetro representa um percentual da população de estudo dada por S. A estatística Scan é baseada no método de máxima verossimilhança, sendo o vetor parâmetro do método definido pela área candidata à conglomerado y_i (COSTA, 2005). Considere (s, p, r), onde s é uma família indexada de S candidatas a ser um conglomerado que representa a região de interesse, p a probabilidade que um indivíduo qualquer $m_i \in M_i$ seja um caso $y_i \in s$ e r a probabilidade de um indivíduo mi fora de s seja um caso. O algorítimo mais verossímil é determinado por meio do cálculo de p(s) e q(s), onde tais componentes maximiza a função de máxima verossimilhança (COSTA, 2003). Sendo assim, é realizado uma varredura sobre todos os possíveis conglomerados definido em S. Ao ser definido o conglomerado mais verossímil, é associado o teste da razão de verossimilhança dada pela equação abaixo:

$$k = \frac{L(\hat{s}, p(\hat{s}), q(\hat{s}))}{L_0} \tag{6}$$

sendo L(s,p(s),q(s)) a função de probabilidade adotada para o teste e L_0 é a função de máxima verossimilhança calculada sob a hipótese nula. A função de máxima verossimilhança para a distribuição de Poisson é dada pela estatística abaixo:

$$L_0 = \frac{(\sum_{i=1}^{n} y_i)^{y} (\sum_{i=1}^{n} m_i - \sum_{i=1}^{n} y_i)^{(\sum_{i=1}^{n} m_i - \sum_{i=1}^{n} y_i)}}{(\sum_{i=1}^{n} m_i)^{\sum_{i=1}^{n} m_i}} \tag{7}$$

A função de probabilidade L(s,p(s),q(s)) depende da distribuição de probabilidade adotada para os dados de estudo, que para o caso da distribuição de Poisson é dado pela estatística que segue:

$$L(s, p(s), q(s)) = \frac{\exp[-p \cdot n_s - q(\sum_{i=1}^{n} m_i - n_s)]}{\theta!} \cdot \psi \tag{8}$$

onde $\psi = p^{y} \cdot q^{\theta - y_i} \cdot \prod_i y_i$, $\theta = \sum_{i=1}^{n} y_i$, sendo y_i o número de casos observado no centróide i em uma sub-região s e n_s é o número de indivíduos em risco na circunferência centrada no centróide i. A distribuição de k é dependente da distribuição da população de interesse. Logo, o método de simulação de Monte Carlo propicia a avaliação da significância do teste através da distribuição exata condicionada à totalidade dos casos observados (COSTA e MORAES, 2007).

3 RESUTADOS

Tendo em vista que a escolha do parâmetro que melhor detecta os conglomerados com o uso do método Scan se dá mediante comparação dos mapas de incidência e os mapas Scan gerados a partir da definição dos parâmetros, aqui será realizada uma breve análise dos mapas de incidência.

3.1 Análise dos mapas cadastrais

A partir da análise dos mapas de incidência do dengue referente ao ano de 2001, foi verificado incidências mais elevadas com relação ao segundo semestre do mesmo ano. A partir de junho, a incidência começa a diminuir voltando a elevar-se no mês de setembro do mesmo ano. Também foi observado que a região Nordeste do Brasil apresentou em todos os meses do ano uma incidências relativamente elevadas. Na região Sul em especial o Rio Grande do Sul não houve incidência significativa na maior parte do seu território nos meses considerado com exceção de alguns municípios. A região Norte do país apresentou um número considerável de regiões em que se observou áreas com persistência na incidência do dengue em quase todos os meses do ano. Na região Sudeste foi observado uma

persistência de incidência do dengue bastante alta no município Casimiro de Abreu pertencente ao estado do Rio de Janeiro em todos os meses do ano de 2001. Já na região Nordeste do país foi observado uma alta incidência em alguns estados de Pernambuco, Paraíba e Rio grande do Norte a partir do mês de março do mesmo ano. Nas demais regiões não se observou persistências de áreas com incidência elevada do dengue. Observou-se também que o Distrito Federal apresentou incidência zero em absolutamente todos os meses do ano de 2001. Observa-se na Figura 1 o mapa de incidência do dengue no Brasil referente ao ano de 2001:

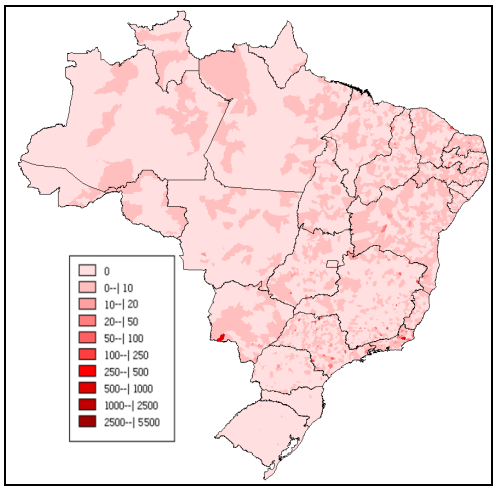

Figura 1 – Mapa de incidência do dengue no Brasil em abril do ano de 2001.

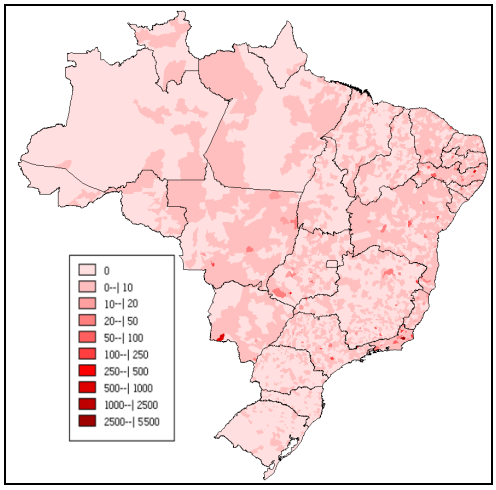

Figura 2 – Mapa de incidência do dengue no Brasil em fevereiro do ano de 2002.

O ano de 2002 apresentou de modo geral uma contínua retração na distribuição espacial da ocorrência do dengue nos municípios ao longo dos meses. Apenas entre os meses de janeiro e fevereiro observa-se um aumento do número de municípios que registraram ocorrência de dengue. Como pode ser visto na Figura 2, o mês de fevereiro foi o que apresentou a maior quantidade de municípios com incidência a partir de 20 casos por 10.000 habitantes, incidência relativamente alta em comparação com a maioria dos municípios. Visto que as maiores incidências foram registradas nos primeiros meses do ano, observou-se alta incidência em alguns municípios de Pernambuco, do centro da Bahia, sudoeste de Goiás e de Mato Grosso do Sul, e principalmente pelos municípios do Rio de Janeiro. A região Nordeste foi a que mais apresentou municípios com incidência não nula, enquanto que no Sul, houve poucos registros de dengue, embora nos primeiros meses do ano esta região tivesse apresentado ampla distribuição espacial de registros.

3.2 Análise das restrições da estatística Scan

Para a comparação do método de varredura Scan foram utilizados sete diferentes percentuais de população (20%, 15%, 10%, 5% e 1%). O método de varredura Scan foi aplicado para cada um dos meses dos anos estudados. Observou-se que os mapas gerados com com restrição de 20% da população não teve representatividade de acordo com os mapas de incidência do dengue nos anos estudados. Como pode ser observado na Figura 3, houve uma grande concentração de conglomerados de dengue em toda extensão de alguns Estados que compõem a região Nordeste do Brasil, dentre eles estão os estados de Sergipe, Alagoas, Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte. Tal característica também foi observada no sudeste de Minas Gerais incluindo os Estados da região Sudeste nos Estados do Rio de Janeiro e São Paulo. Na região Sul do Brasil não foi detectado conglomerados do dengue. Nas regiões Norte e Centro-Oeste foi observado poucos conglomerados do dengue nos anos considerados. Verificou-se que essas regiões também apresentaram baixa incidência nos meses dos respectivos anos.

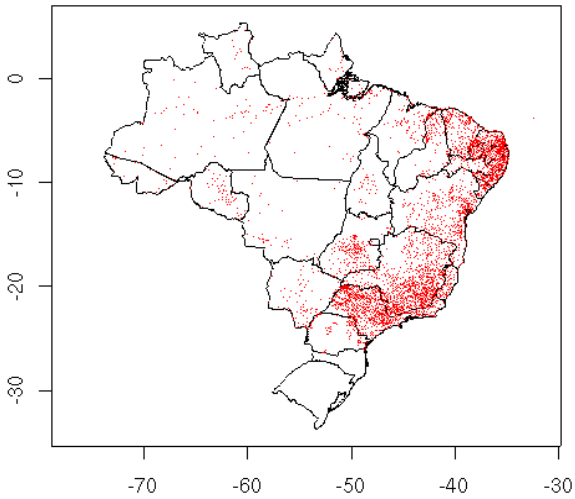

Figura 3 – Método de varredura Scan para o Brasil em abril do ano de 2001 com restrição de 20% da população.

Utilizando a metodologia Scan com restrição de 15% observou-se uma superestimação de conglomerados na região Norte do Brasil, mais especificamente nos Estados do Amazonas e Pará. Na região Sul do país foram detectado conglomerados no Estado do Paraná, onde também foi observado incidência em parte de seu território. Na região Nordeste houve uma concentração de conglomerados de dengue no Estado da Paraíba no ano de 2001 devido a influência dos estados vizinhos. Tal influência não sobre o Estado não foi tão evidente no ano de 2002. Nos Estados do Ceará, Piauí, Maranhão e Tocantins foram identificados conglomerações assemelhando-se as observações feitas dos mapas de incidência. Na região Sudeste do Brasil foi observado que os Estados de Rio de Janeiro, Espirito Santo e na Região Sudeste do Estado de Minas Gerais apresentaram conglomerados persistentes em tedos os meses dos anos. No mês de Janeiro de janeiro do ano de 2001 houve uma concentração na região Norte do Estado de São Paulo, expandindo-se nos meses consecutivos. Tal fenômeno também foi observado em todo território nacional.

Aplicando o método Scan com a restrição de 10% da população nos anos de estudo verificou-se que nos anos de 2001 e 2002 a região Sul do país não apresentou conglomerado de dengue nos respectivos meses. Nas regiões Norte e Centro-Oeste do país foram observados poucos conglomerados de dengue dispersos na extensão dos seus territórios. Através dos mapas de incidência foram observado que tais regiões apresentaram incidências em áreas dispersas pelas regiões em questão. A região Nordeste do Brasil apresentou uma concentração de conglomerados nos Estados do Paraíba, Rio Grande do Norte, Sergipe, Alagoas e na parte litorânea do Estado de Pernambuco. Os Estados do Ceará e da Bahia de modo geral apresentaram conglomerados em toda sua extensão, entretanto aquele apresentou de forma constante em todos os meses dos anos de 2001 e 2002. Na região Sudeste do Brasil observou-se que o primeiro semestre do ano apresentou uma quantidade maior de conglomerados que vieram a diminuir no semestre seguinte. Foi observado também uma concentração de conglomerados nas regiões de de fronteiras formados pelos municípios pertencentes aos estados Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo. No mês de fevereiro do ano de 2002 foi observado conglomerados do dengue em toda região Sul do país, embora não foi observado uma elevação na incidência do dengue em toda a extensão do território.

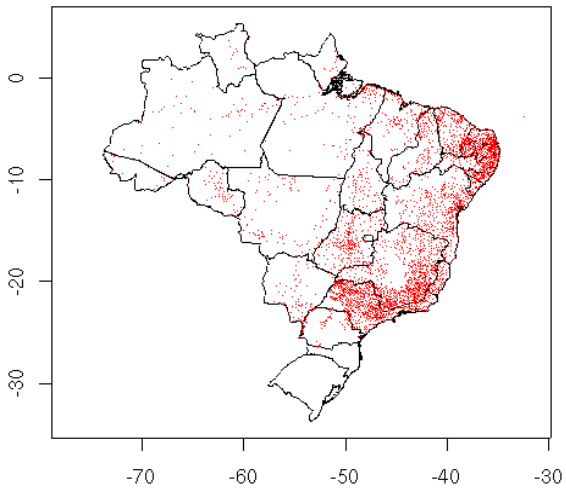

Figura 4 – Método de varredura Scan para o Brasil em abril do ano de 2001 com restrição de 10% da população.

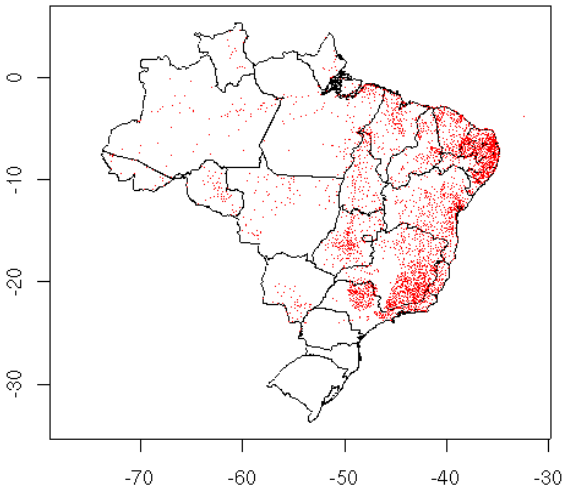

Figura 5 – Método de varredura Scan para o Brasil em janeiro do ano de 2001 com restrição de 15% da população.

O uso da estatística Scan com restrição de 5% da população para os meses do ano de 2001 e 2002 mostrou que na região Norte do país apresentou centróides significativos de forma constante em grande parte de seu território. Observou-se também que na região Nordeste do Brasil o Estado da Paraíba não sofreu influência dos municípios vizinhos em parte do seu território no mês de janeiro do ano de 2001. Tal fato assemelha-se à incidência do dengue nessa região e não foi observado nas restrições anteriormente citadas. No mês de fevereiro e maio do ano de 2001 o Estado de Alagoas no Nordeste do país não apresentou incidência elevada. Os mapas gerados pelo método Scan mosto que esse Estado nos meses considerado não apresentou conglomerados do dengue na maior parte do seu território só apresentando um a concentração na região Sul no mês de fevereiro de 2001. O Estado do Ceará na região Nordeste do país apresentou

conglomerados constantes em todos os meses dos anos de 2001 e 2002, espalhados por toda a extensão do seu território. Através dos mapas coroplético de incidência observou-se que nesse Estado houve também um espalhamento da incidência do dengue pela extensão do território, dessa forma assemelhando-se as observações de incidência e conglomerado dado pelas duas estatísticas. Foi observado que a quantidade de conglomerados de dengue no Brasil houve uma diminuição entre os meses de março e setembro de 2001, como pode ser visto na Figura 6. Fora desse intervalo a incidência se deu de forma mais elevada mas coerente com os mapas de incidência do dengue. A região Sul do país não apresentou conglomerados nos anos considerados assemelhando-se com o observado nos mapas coroplético de incidência nessa região. A região Sudeste do Brasil, apresentou uma maior concentração de conglomerados do dengue no primeiro semestre dos anos considerados vindo à diminuir progressivamente a partir do meses de julho dos anos em questão.

Com o uso da estatística Scan com restrição de 1% da população em estudo verificou-se que região Sul do país não apresentou conglomerados do dengue. Também foi observado através dos mapas coroplético de incidência do dengue que os estados que compõem a região Sul brasileira não apresentaram incidência nos anos considerados, com exceção de pequenas áreas em meses esporádicos. Na região Norte do Brasil não houve conglomerados de dengue espalhado pela extensão do território, havendo uma concentração em localidades específicas. No Nordeste do país foi observado conglomerados do dengue na Paraíba, Litoral de Pernambuco, no Rio Grande do Norte, Alagoas, Sergipe, Ceará e Bahia. Em todas as restrições aplicada no estudo, o estado da Paraíba apresentou conglomerados do dengue em todos os meses dos anos estudados, entretanto não foi observado conglomerados do dengue em janeiro do ano de 2001, como também foi observado incidência muito baixa no período em questão. O Estado da Bahia apresentou conglomeração espacial em toda a extensão de seu território, como pode ser visto na Figura 7 Nesse Estado também foi observado incidência do dengue relativamente alta nos dois anos de estudo. Na região do Sudeste diferentemente das outras restrições utilizadas no estudo apresentou um comportamento lógico com os mapas coroplético de incidência do dengue em todos os meses dos anos estudados. Certas áreas da região que apresentavam influência bastante forte de municípios com densidade demográfica alta passaram à sofrer menos influências quando se considerou restrição baixa em relação as outras utilizadas nesse estudo. Observou-se que o Estado de Minas Gerais não apresentou tantos conglomerados com a restrição de 1% da população pois com tal restrição algumas áreas do Estado de Minas Gerais não sofreu influências das regiões vizinhas à essas áreas, veja Figura 7.

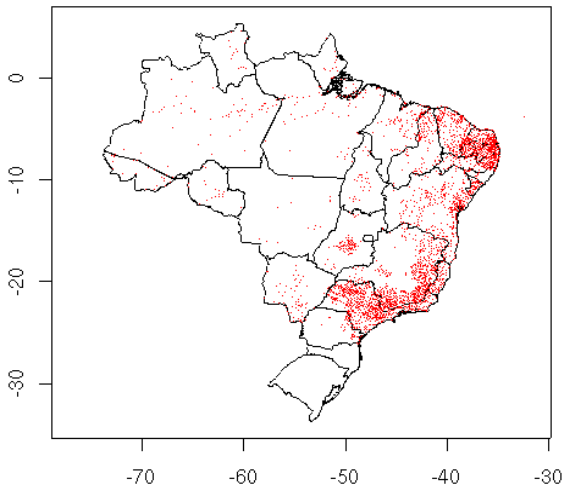

Figura 6 – Método de varredura Scan para o Brasil em maio do ano de 2001 com restrição de 5% da população.

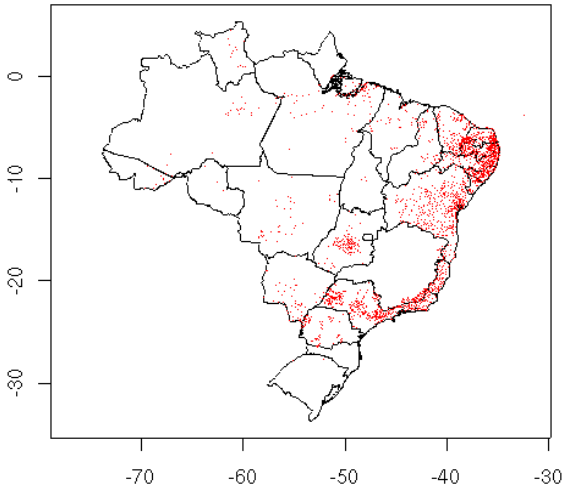

Figura 7 – Método de varredura Scan para o Brasil em maio do ano de 2002 com restrição de 1% da população.

4 CONCLUSÃO

Foi realizado um estudo comparativo dos parâmetros de restrição do método Scan para o Brasil usando dados municipais de dengue entre s meses de janeiro de 2001 a dezembro de 2002. Foram analisados os conglomerados identificados a partir de diferentes percentuais de população, buscando identificar o parâmetro que mais se adequa aos dados de dengue do Brasil. Para efeito de análise dos mapas gerados tomou-se por base os mapas de incidência por 10 mil habitantes nos referidos meses. Para tanto, foram utilizados os percentuais de restrição, em que tais restrições foram 20%, 15%, 10%, 5% e 1%.

Com a utilização da restrição de 20% verificou-se que em determinadas áreas do Sudeste do Brasil apresentou tendência à aglomerados principalmente nas áreas de fronteiras dos municípios de Minas Gerais e São Paulo. Também foi identificado fortes conglomerados do

dengue em todo o Estado da Paraíba no 24 meses de estudo do período considerado. Nas demais regiões do país o método Scan com restrição de 20% apresentou conglomerados de forma coerente com as observações feitas nos mapas de incidência.

Aplicando o método Scan aos dados de dengue do Brasil com restrição de 15% da população, foi verificado a persistência de conglomerados nas mesmas regiões da restrição citada anteriormente. Entretanto tais conglomerados foram em menor intensidade. A restrição de 15% da população adaptou-se bem para as regiões do Norte, Sul, e Oeste do país.

A utilização da restrição de 10% da população se adequou melhor na região Oeste do país e alguns Estados do Nordeste como os Estados do Ceará e Bahia. O uso de tal restrição apresentou um comportamento estranho nos Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina no mês de fevereiro do ano de 2002. Foi observado através dos mapas coroplético de incidência por 10 mil habitantes que nesse mês houve um crescimento na incidência do dengue em tais Estados, entretanto foi observado conglomerados muito fortes em tais áreas. Foi observado que o Estado da Paraíba apresentou conglomerados muito forte em toda a extensão do seu território em todos os meses dos anos considerados.

Com a restrição de 5% da população foi verificado uma melhor adaptação em comparação com as restrições citadas acima devido ao Brasil apresentar municípios com baixa densidade demográficas. Municípios que apresentam população relativamente baixa tem uma tendência à ser influenciados por municípios que apresentam densidade demográfica alta. Geralmente os municípios de influência fazem fronteira com as áreas influenciadas. O uso 5% da população brasileira refere-se à uma população maior que a população de vários Estados do Brasil. Sendo assim, também foi observado em certas áreas conglomerados relativamente fortes onde ficava claro que tais áreas havia forte influência de municípios vizinhos com densidade demográfica maior.

O uso da restrição de 1% da população foi a que melhor se adaptou aos dados de dengue do Brasil por municípios nos anos de 2001 e 2002. Nas restrições comentadas anteriormente observou-se que determinados Estados apresentaram conglomerados do dengue em absolutamente todos os meses dos anos estudados. Tais conglomerados eram verificados mesmo quando se observava uma incidência baixa em tais áreas através dos mapas coroplético de incidência do dengue para os anos de 2001 e 2002. Devido ao fato que o Brasil apresentar municípios bastante pequenos no que diz repeito ao tamanho da população, a restrição de 1% adaptou-se perfeitamente as dados estudados. Certas áreas do Nordeste como também do Sudeste que com as restrições de 5%, 10%, 15% ou 20% não foi verificado com com o uso de 1% como parâmetro de restrição para o método de varredura Scan. Nas áreas onde se verificava uma incidência muito alta do dengue era também verificado conglomerados relativamente altos e a reciproca também fez-se verdadeira.

REFERÊNCIAS

ATANAKA-SANTOS, M.; SOUZA-SANTOS, R.; CZERESNIA, D. Spatial analysis for stratification of priority malaria control areas, Mato Grosso State, Brasil. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 23, n. 5, p. 1099-1112, mai. 2007.

CÂMARA, G.; CORREA, V.; PAIVA, J.A.; MONTEIRO, A.M.V.; CARVALHO, M.S.; FREITAS, C.C.; RAMOS, F.R.; NEVES, M.C. Geoprocessamento: teorias e aplicações. 2001. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/analise/>.

CÂMARA, G. et al. Análise espacial de áreas. In: DRUCK, S. et al. Análise especial de dados geográficos. 2 ed. São José dos Campos: INPE, jul. 2002. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/analise/>.

CÂMARA, F.P.; THEOPHILO, R.L.G.; SANTOS, G.T.; PEREIRA, S.R.F.G.; CÂMARA, D.C.P.; MATOS, R.R.C. Estudo retrospectivo (histórico) da dengue no Brasil: características regionais e dinâmicas. Revista da **Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v.40, n. 2, p. 192-196, mar-abr 2007.

CARVALHO, D.M.; MORAES, R.M. Análise de conglomerados de homicídios por arma branca e arma de fogo na cidade de João Pessoa entre 2002 e 2005. In: VII Encontro Regional de Matemática Aplicada e Computacional, 2007, Natal. VII Encontro Regional de Matemática Aplicada e Computacional, 2007.

CARVALHO, M.S. Aplicação de métodos de análise espacial na caracterização de áreas de risco a saúde. 1997. 150 f. Tese (Doutorado em Engenharia Biomédica) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

COSTA, M.A.; ASSUNÇÃO, R.M. Uma análise de desempenho dos métodos Scan e Besag&Newell na detecção de conglomerados espaciais. In: V Simpósio Brasileiro de Geoinformática, 2003, São José dos Campos – SP. Anais do V Simpósio Brasileiro de Geoinformática, 2003.

COSTA, M.A.; ASSUNÇÃO, R.M. A fair comparison between the spatial scan and the Besag-Newell disease clustering tests. **Environmental and Ecological Statistics**, v.12, p. 301-319, 2005.

COSTA, M.A.; SCHRERRER, L.R.; ASSUNÇÃO, R.M. Detecção de conglomerados espaciais com geometria arbitrária. **Informática Pública**, v. 8, n. 1, p. 23-34, 2006.

DUCZMAL, L.; ASSUNÇÃO, R. A simulated anneling strategy for the detection of arbitrarily shaped spatial clusters. **Computational Statistics and Data Analysis**, v. 45, p. 269-286, 2004.

FURTADO, P.C.H.; SOUZA, I.C.A.; MORAES, R.M. As estações do ano e a incidência do dengue nos regiões brasileiras. In: V Congresso Brasileiro de Pesquisas Ambientais e Saúde (CBPAS'2005), 2005, Santos. Anais do V Congresso brasileiro de Pesquisas Ambientais e Saúde (CBPAS'2005), 2005.

GIAVONI, A.; TAMAYO, A. Análise espacial: conceito, método e aplicabilidade. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, Porto Alegre, v. 16, n. 2, p. 303-307, 2003.

GREEN, C.; ELLIOT, L.; BEAUDOIN, C.; BERNSTEIN, C.N. A population-based ecologic study of inflammatory bowel disease: searching for etiologic clues. **American Journal of Epidemiology**, v. 164, n. 7, p. 615-623, ago. 2006.

JOHNSON, G.D., EIDSON, M.; SCHMIT, K.; ELLIS, A.; KULLDORFF, M. Geographic prediction of human onset of west nile virus using dead crow clusters: an evaluation of year 2002 data in New York State. **American Journal of Epidemiology**, v. 163, n. 2, p. 171-180, nov. 2005.

KREMPI, A.P. Explorando recursos de estatística espacial para análise da acessibilidade da cidade de Bauru. 2004. 94 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

KULLDORFF, M.; TANGO, T.; PARK, P.J. Power comparisons for disease clustering tests. **Computational Statistics and Data Analysis**, v. 42, p. 665-684, 2003.

MOURA, F.R. Detecção de clusters espaciais via algoritmo scan multi-objetivo. 2006. Dissertação (Mestrado em Estatística) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

OPENSHAW, S. Developing automated and smart spatial pattern exploration tools for geographical information systems applications. **The Statistician,** v. 44, n. 1, p. 3-16, 1995.

SONG, C.; KULLDORFF, M. Power evaluation of disease clustering tests. **International Journal os Health Geographics**, v. 2, n. 9, dez.2003.

SPIEGELMAN, M. **Introduction to demography**. London: Harvard University Press, 1968.

TAKAHASHI, K.; KULLDORFF, M.; TANGO, T.; YIH, K. A flexibility shaped space-time scan statistic for disease outbreak detection and monitoring. **American Journal of Health Geographics**, v. 7, n. 14, Abr. 2008.