

# ANÁLISE ESPACIAL DE UMA DÉCADA DE MORTES VIOLENTAS POR HOMICÍDIOS, NA CIDADE DE JOAO PESSOA

Wanessa Weridiana da L. Freitas<sup>1</sup>, Valtania F. da Silva<sup>2</sup>, Ronei Marcos de Moraes<sup>3</sup>

**Abstract** — In the last ten years, the number of homicides increased in the Joao Pessoa City, in Paraíba state, Brazil. The knowledge on localization where homicides events occurred is useful for Secretary of Public Safety in order to prevent and to reduce crimes incidence. A tool which can help managers in decision making about places where to put human and material resources to prevent those homicides is Geoprocessing. It allows spatial distribution analysis of homicides and mapping their occurrences. The paper goal was mapping areas of homicide risk in the city using incidence, risk rates and spatial clustering.

Index Terms — Análise espacial, epidemiologia, mortalidade, sistema de informação geográfica.

## INTRODUÇÃO

A violência caracteriza-se como um grave problema social, econômico e de saúde pública, não só pelos danos físicos e psíquicos que ela impõe, como também pelo número de óbitos ocasionados. O contínuo incremento da violência cotidiana configura-se como aspecto representativo e problemático da atual organização da vida social, especialmente nas metrópoles, manifestando-se nas diversas esferas da vida social [1].

Em 1996 a Organização Mundial de saúde (OMS) declarou a violência como um dos maiores problemas de saúde pública. De acordo com a OMS, a questão dos homicídios é mais grave na região das Américas, onde os países que apresentaram as maiores taxas para o ano de 2000 foram: Colômbia, El Salvador e Brasil [2].

No Brasil em 2000, os homicídios lideravam a mortalidade por causas externas, dentre essas mortes 63,5% foram por arma de fogo [3]. Nesse mesmo ano, 45,919 pessoas morreram vítimas de homicídios doloso no Brasil, o que representa uma taxa de 27 mortes por homicídios para cada 100 mil habitantes [4]. Segundo dados da OMS, para um conjunto de 74 países o Brasil é o país que registra a terceira maior taxa de mortalidade por homicídio.

O perfil da mortalidade por causas externas no Brasil caracteriza-se por uma ocorrência maior nas regiões metropolitanas e faixas etárias mais jovens. No ano de 2006, São Paulo, Rio de Janeiro e Recife foram as três capitais com maior número de homicídios registrados [1].

A Paraíba ocupava em 2002 o 19º lugar no ranking dos homicídios por unidade da federação. A cidade de João Pessoa ocupava no mesmo ano em 2002 o 12º lugar ficando a frente de cidades com Brasília e Fortaleza [4]. Num estudo da violência na cidade de João Pessoa-Pb, referente ao período de 2002 a 2005 com dados obtidos na Secretaria da Segurança e da Defesa Social do Estado da Paraíba verificou-se que não houve mudança no padrão de violência durante o período [5].

A carência de trabalhos científicos recentes sobre criminalidade, relacionados a mortes violentas por homicídios, com dados atualizados, na cidade de João Pessoa, dificulta a tomada de decisões pelos gestores públicos, para diminuir ou erradicar essas mortes violentas.

O presente trabalho tem por objetivo analisar o padrão da distribuição espacial das mortes violentas provocadas por homicídios na cidade de João Pessoa entre os anos de 2001 a 2010.

## METODOLOGIA

O estudo foi realizado na cidade de João Pessoa, capital da Paraíba-Brasil, que possui 64 bairros, distribuídos em uma área territorial de 211 km<sup>2</sup>. Os dados de homicídios referentes a década 2001-2010, cedidos pela Polícia Militar, foram registrados pelo Centro Integrado de Operações Policiais (CIOP), no período compreendido entre o dia 1º de janeiro de 2001 a 24 de novembro de 2010.

A estatística descritiva foi utilizada para identificar a evolução dos homicídios durante o período de 10 anos. A análise espacial foi a ferramenta usada pelo geoprocessamento. Em virtude de não dispor da localização exata dos eventos de interesse, utilizou-se o número de casos de homicídios associados a unidades de área (bairros), juntamente com os atributos de cada bairro: nome, coordenadas geográficas do centróide e população. Dados agregados por unidades de área justificam o emprego da análise cadastral para visualizar a distribuição dos fenômenos no espaço e identificar padrões, como aglomerações e dependência espacial, produzindo mapas temáticos do tipo: risco relativo e de conglomerados espaciais. No trabalho, foram utilizados dois *shapefiles*, um com 66 polígonos e outro com 64, devido a mudança

<sup>1</sup> Wanessa Weridiana da Luz Freitas, bolsista de Iniciação Científica CNPq, Departamento de Estatística, Universidade Federal da Paraíba, Cidade Universitária s/n CEP 58.051-900 João Pessoa, PB, Brasil, wanyweridiana@hotmail.com

<sup>2</sup> Valtania F. da Silva, Polícia Militar da Paraíba, QCG, Pq Pedro Américo S/N, Centro, João Pessoa- PB, Brasil, CEP:58.000-000, fvaltania@hotmail.com

<sup>3</sup> Ronei Marcos de Moraes, coordenador do Projeto, Departamento de Estatística / UFPB, Cidade Universitária, s/n. 58.051-900, João Pessoa/PB, ronei@de.ufpb.br

geo- administrativa ocorrida no ano de 2006, na qual João Pessoa reduziu de 66 para 64 bairros.

Os dados populacionais, baseados no Censo de 2000 e na Contagem Populacional de 2007, foram obtidos conforme o método de projeção geométrico, descrito por [6]. O software estatístico R [7] foi empregado na operacionalização dos resultados, sendo necessário a biblioteca *Dcluster*, para a geração dos mapas.

### Risco Relativo

Um indicador que descreve a intensidade de ocorrência de um determinado evento é a taxa de incidência. Essa taxa é definida como a razão entre o número de casos ocorridos numa determinada área pela população em risco.

A comparação de taxas de incidência entre duas ou mais áreas só faz sentido quando estas apresentam populações similares [8]. Porém, em virtude da hipótese de similaridade entre as populações ser pouco provável, costuma-se utilizar as taxas de incidência padronizadas ou risco relativo (RR) que é uma relação da probabilidade do evento ocorrer no grupo exposto contra o grupo de controle, ou seja:

RR = Taxa de incidência da área / Taxa de incidência da região que agrega a área

Sendo assim, esse indicador representa a intensidade da ocorrência de um fenômeno com relação as demais regiões em estudo [9]. A interpretação desse resultado tem como referencial o valor 1, quando  $RR < 1$  indica que o risco relativo do bairro é inferior ao risco de João Pessoa. Caso contrário,  $RR > 1$  indica que o risco relativo do bairro é superior ao risco do município.

Como o risco relativo leva em consideração o valor da população de cada região em estudo e as informações obtidas correspondem às contagens populacionais de 2000 e 2007, fez-se necessária a projeção da população para cada ano em estudo. Para esse cálculo foi utilizado o método de projeção geométrica a seguir.

### Projeção Geométrica

O objetivo dessa projeção é estimar a população de uma dada região em um tempo específico em que não se tem informação do número de habitantes [7]. Para se fazer a projeção é necessário calcularmos a taxa de crescimento que é dada por:

$$rt = \left( \frac{Pop(t+\Delta t)}{Pop(t)} \right)^{1/\Delta t} - 1 \quad (1)$$

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  $\Delta t$  é o intervalo entre a data base e a data a ser estimada. A partir da taxa de crescimento obtida a população foi projetada através da expressão:

$$Pop(t+\Delta t) = Pop(t)(1+rt)^t \quad (2)$$

onde  $(t+\Delta t)$  corresponde a população projetada no tempo  $t+\Delta t$ .

### Estatística Scan

Define-se conglomerado como um conjunto de áreas (bairros, municípios) que apresentam um risco significativamente alto em relação a um determinado evento, embora não seja esperada tal observação nestas áreas [10]. 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 é rejeitada, ou seja, o conglomerado não ocorre ao acaso. Assim, para cada agrupamento, é testada a hipótese do mesmo ter ocorrido aleatoriamente, através do teste da razão da verossimilhança. São encontrados na literatura vários métodos que se propõem a identificar conglomerados. A estatística Scan pertence a classe de testes genéricos de conglomerados e foi desenvolvida por [11].

A estatística Scan tem como objetivo identificar conglomerados em unidades cuja ocorrência de um evento é significativamente mais provável dentro de uma área do que fora dela [11]. Para uma área particionada em  $K$  sub-regiões menores (bairros, distritos, municípios) é associado um centróide  $(\xi_i)$   $i = (1, 2, \dots, K)$ . A estatística Scan é iniciada calculando a distância de um centróide em relação aos demais. Em seguida são sobrepostos círculos  $z$  de raio arbitrário, onde seu raio é aumentado até envolver um novo centróide de cada sub-região em estudo [12]. Para cada círculo é calculada a probabilidade de um indivíduo estar dentro ( $p$ ) ou dele estar fora ( $q$ ) [13]. São testadas duas hipóteses:  $H_0 p = q$  contra  $H_1 p > q$ .

Segundo Lucena [11] dois modelos probabilísticos podem ser utilizados na aplicação desta estatística: o modelo Binomial e Poisson. Para a aplicação deste trabalho utiliza-se o modelo Poisson.

Para o modelo em estudo é computado o raio cujos valores de  $p(z)$  e  $q(z)$  maximizam a função de verossimilhança condicionada ao total de casos observados. Calcula-se  $z$  como um candidato a conglomerado [13], sendo seu valor dado por:

$$KN = \max_{z \in Z} \frac{L(z, \hat{p}(z), \hat{q}(z))}{L_0} \quad (3)$$

onde  $z$  é o conjunto de todos os possíveis candidatos a conglomerados, e são as estimativas de  $p(z)$  e  $q(z)$ .  $L_0$  é definido como:

$$L_0 = \frac{C^C (M-C)^{M-C}}{M^M} \quad (4)$$

onde  $C$  é o total de casos observados na região considerada e  $M$  a população total sob toda região de estudo.  $L(z)$  é definido como:

$$L(z) = \frac{\exp[-p \cdot n_z - q(M - n_z)]}{C!} p^{c_z} q^{c - c_z} \prod_i C_i \quad (5)$$

onde  $exp$  representa a função exponencial;  $c_z$  e  $c_i$  são, respectivamente o número de casos no círculo  $z$  e no círculo  $i$  e  $n_z$  é o número de indivíduos em risco no círculo  $z$ .

A estatística Scan tem como referência o centróide da região em estudo, para cada centróide é calculada sua distância em relação a todos os outros centróides. Em seguida é criado um círculo em cada centróide e o seu raio aumentado até englobar o próximo centróide. Para cada ponto inserido no círculo  $z$ , calculam-se o número de casos  $c_z$  e a população  $n_z$  dentro do círculo. Obtém-se o valor de  $KN$  para cada par  $(c_z, n_z)$ . Ao final é registrado o maior valor de  $KN$  e calculadas as simulações de Monte Carlo para avaliar a significância do teste [14].

Na simulação de Monte Carlo são gerados vários conjuntos de dados independentes com o mesmo número de casos que o conjunto original e são distribuídos ao acaso entre as sub-regiões em estudo de acordo com a hipótese nula. Para cada conjunto é calculada a estatística do teste  $KN$  e ordenam-se os valores. Se a estatística gerada para o conjunto original estiver entre os  $100 \times \alpha\%$  valores mais altos das estatísticas dos conjuntos de dados independentes, rejeita-se a hipótese nula ao nível de significância  $\alpha$  [14].

## RESULTADOS

Inicialmente, de forma sucinta, será apresentada a evolução dos homicídios, em João Pessoa, durante a década em estudo. Em seguida, será mostrada a distribuição espacial dessas mortes violentas, através de mapas temáticos de risco relativo e de conglomerados espaciais. Os mapas de risco relativos funcionaram como referência para escolha dos mapas de conglomerados.

TABELA I

Estatística descritiva de homicídios em João Pessoa-PB

Ano	Total de Homicídios	Nº Mínimo	Nº Máximo	Médis mensal	Taxa de Incidência
2001	172	8	23	14,33	28,04
2002	168	9	18	14,00	26,57
2003	167	9	20	13,91	26,30
2004	155	7	20	12,91	23,92
2005	184	11	21	15,33	27,90
2006	208	9	22	17,33	31,24
2007	261	17	26	24,75	38,50
2008	267	14	30	22,25	38,68
2009	355	22	40	29,58	50,50
2010	371	21	42	30,91	51,79

## Análise dos mapas de risco relativo

Com relação a análise espacial da variável em interesse, observou-se que 40% dos bairros da cidade apresentavam risco superior a cidade de João Pessoa. Levando em consideração o risco relativo (RR), verificou-se que os bairros : Centro, Varadouro, Bessa e Costa do Sol (Figura 2), apresentaram o risco relativo de óbitos por homicídios, bem superior aos demais. Os bairros Centro e Varadouro apresentaram durante os 10 anos, sendo que por 7 anos consecutivos (2001 a 2007), um RR superior a 3 vezes o risco de João Pessoa. Nesse mesmo mapa é possível verificar que outros bairros apresentaram risco superior a um, ou seja, um risco superior ao da cidade.

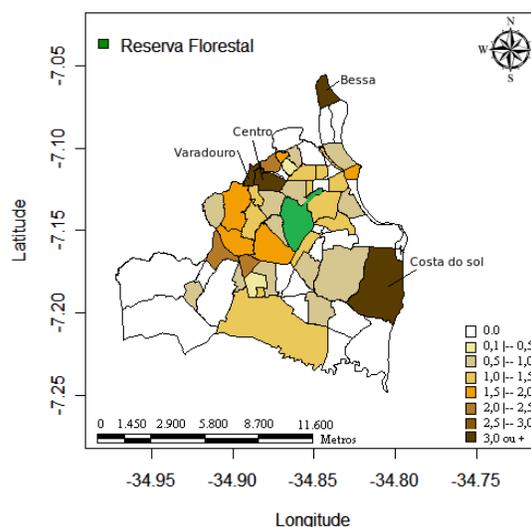


FIGURA 2

Mapa de Risco de Homicídio na cidade de João Pessoa, no ano de 2002

Observa-se (Figura 3) que a maioria dos bairros que registram os maiores risco estão localizados na região norte da cidade. O bairro de Mandacaru emergiu como um bairro que apresentava risco relativo superior ao risco de João Pessoa, sendo que em 2006 atingiu um risco relativo 3 vezes superior ao risco da cidade. Outros bairros que se destacaram com RR superior ao da cidade estão situados na região norte: Centro, Varadouro, Roger e Padre Zé. Como se pode ver na Figura 3, Jardim Veneza e Bairro das Indústrias (região oeste), Ponta dos Seixas (região leste), Ernesto Geisel e Valentina (região sudeste) apresentaram um risco superior ao risco global de João Pessoa.

No ano de 2010, verifica-se que o risco de morrer por homicídio foi maior nos bairros: Mandacaru, Varadouro, São José, Barra de Gramame, Altiplano Cabo Branco, Penha, Bessa, Valentina, Bairro dos Ipês (Figua 4). Observa-se que a predominância de bairros com risco relativo três vezes ou mais que o risco global da capital

paraibana se registrou na zona norte, através dos bairros: Varadouro e Mandacaru

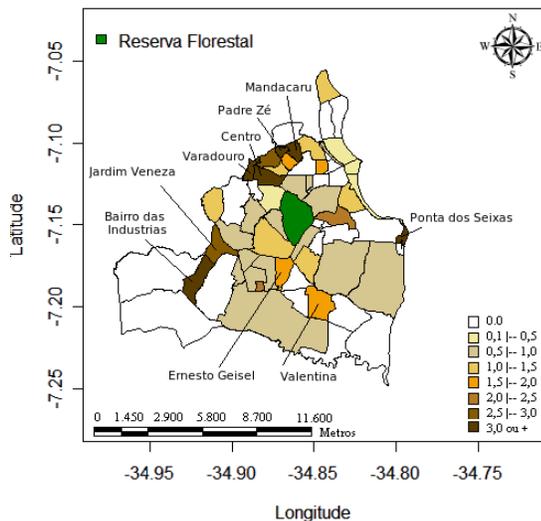


FIGURA 3

Mapa de Risco de Homicídio na cidade de João Pessoa, no ano de 2006

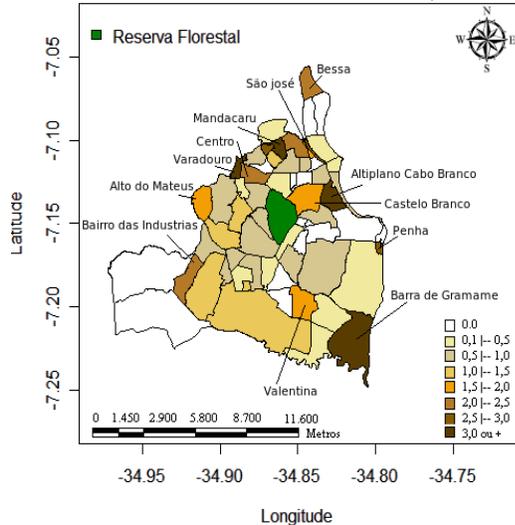


FIGURA 4

Mapa de Risco de Homicídio na cidade de João Pessoa, no ano de 2010

Vale ressaltar que outros bairros nas demais regiões da cidade também apresentaram risco 100% superior ao risco Global de João Pessoa, entre eles os bairros: Bairro das Indústrias, Centro, São José, Ipês, Castelo Branco. Em 2010 o número de bairros com risco diferente de zero foi maior que o anterior, sendo essa uma característica observada ao longo dos anos em estudo.

### ESTATÍSTICA SCAN

Na análise da Estatística Scan foi admitida uma significância de 0,05 e definido que os candidatos a conglomerados não iriam ultrapassar a 10% da população

da cidade. Na aplicação foram gerados mapas para outros percentuais da população. No entanto utilizou-se os mapas resultantes de 3% da população, já que os resultados foram mais significativos quando comparados os mapas de risco com os mapas de Scan. A análise feita com o Scan teve como referência os mapas de risco, pois é de fundamental importância comparar as áreas que apresentaram risco relativo alto com áreas que identificam conglomerado significativo. Com os resultados da Estatística Scan, foram identificados persistentes conglomerados localizados na região norte, durante todo o período em estudo. Tais conglomerados estão representados nos mapas por pontos vermelhos e correspondem ao centróide de cada bairro. Quando analisados os anos individualmente, observa-se que ao passar dos anos esses conglomerados estão incorporando outros bairros circunvizinhos.

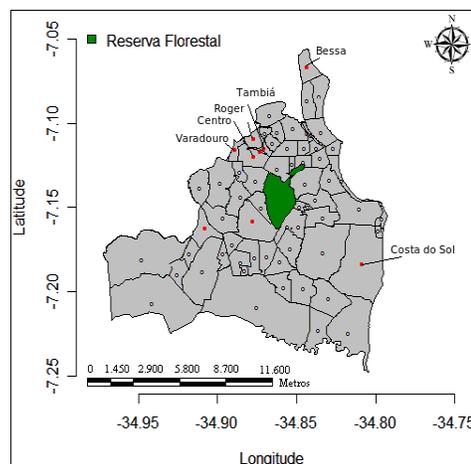


FIGURA 5

Mapa de Estatística Scan na cidade de João Pessoa, no ano de 2002

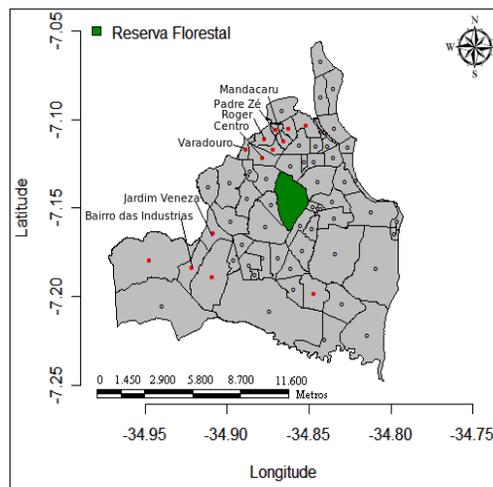


FIGURA 6

Mapa de Estatística Scan na cidade de João Pessoa, no ano de 2006

No ano de 2006, o conglomerado situado na região norte englobou outros bairros. Como pode ser visto (Figura 6) a região oeste da cidade identificou um conglomerado com os bairros Jardim Veneza e Bairro Industrias, pois os mesmos apresentavam risco superior ao da cidade.

Para o ano de 2010 (Figura 7) foi identificado um conglomerado na região Norte da cidade, onde fazem parte Mandacaru, Padre Zé, Ipês, Treze de Maio, São José. Outros conglomerados de apenas um bairro também foram identificados durante o estudo, entre eles esta o bairro Barra de Gramame na região oeste.

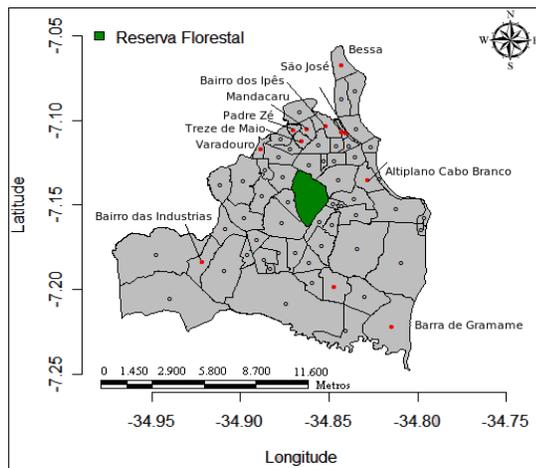


FIGURA 7

Mapa de Estatística Scan na cidade de João Pessoa, no ano de 2010

## CONCLUSÃO

O presente trabalho buscou identificar através da análise espacial de dados agregados por área a distribuição espacial dos homicídios registrados na década. Mediante mapa de risco relativo de homicídios e Scan, no período de 2001 a 2010.

Com base no mapa de risco observou-se uma concentração maior de homicídios, em bairros da região norte de João Pessoa. Ao longo do período em estudo, esses bairros que apresentaram alto risco relativo e formavam conglomerados espaciais, foram: Centro, Varadouro, Padre Zé, Treze de Maio, Mandacaru e Roger. A Estatística Scan confirmou a persistência de conglomerados envolvendo essas áreas. Observou-se ainda que outros conglomerados com apenas um bairro a exemplo de Barra de Gramame e Costa do Sol, foram identificados na cidade.

Uma vez identificados os bairros com alto risco de homicídios e conglomerados espaciais, investigar, *in loco*, os reais problemas sócio-econômicos que contribuem para o aumento desses crimes, ajudará a definir políticas que possam erradicar ou combater a prática de homicídios na

região. Desta forma, o mapeamento da mortalidade por homicídios poderá servir de suporte em decisões de gestores da área de segurança e saúde pública.

## REFERÊNCIAS

- [1] Waiselfisz, J. J. Mapa da Violência dos municípios brasileiros 2010 -Brasil. [S.l.],2010
- [2] Organización Panamericana de la Salud. Lascondiciones de salud en las Américas. Washington(DC); 1994. p.68. (OPS - Publicación Científica, 549, v. I).
- [3] Gawryszewski. V. P, Koizumi. M. H. P. As causas externas no Brasil no ano 2000: comparando a mortalidade e a morbidade. “ Cad. Saúde pública” pp.995-1003, Rio de Janeiro, 2004)
- [4] Waiselfisz, J. J. Mapa da Violência dos municípios brasileiros 2008 - Brasil. [S.l.],2008.
- [5] Carvalho, D. M.; Costa, D. S. ; M. M. F; Moraes, R. M. Evolução dos casos de violência na cidade de João Pessoa no período de 2002 a 2005. In: PROCEEDINGS OF THE ENVIRONMENTAL AND HEALTH WORLD CONGRESS 2006.(EWHC'2006). Julho, Santos, Brasil, p. 2444-248.
- [6] Spiegelman, ” Introduction to demography”, Harvard University Press, London,1968.
- [7] R Development Core Team. Moura, F. R. Detecção de clusters espaciais via algoritmo scan multi-objeto.Dissertação (Mestrado em Estatística )- Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.R: A Language and Environment for Statistical.
- [8] Assunção, R. M. Estatística espacial com aplicações em epidemiologia, economia e sociologia. São Carlo, SP: Associação Brasileira de Estatística, 2001. Disponível em:<<http://www.est.ufmg.br/assuncao/art/art.html>>.
- [9] Medronho, R. A. Epidemiologia 2, ed. [S.I.]: Ateneu, 2004.
- [10] Knox, E. G. (1998) Detection of Clusters. In: Methodology of enquiries into disease clustering. P. Elliott. London: Small Area Health Statistics Unit, 1989.
- [11] Lucena, S. E. F.; Moraes, R. M. Análise do desempenho dos métodos scan e besag e newell para identificação de conglomerados espaciais do dengue no município de João Pessoa entre os meses de janeiro de 2004 e dezembro de 2005. Boletim de Ciências Geodésicas, v,15,p,544-561, 2009.
- [12] Coulston, J.W.; Ritters, K.H. Geographic analysis of forest health indicators using spatial scan statistics. Environmental Management, v. 31, n. 6, p. 761-773, 2003.
- [13] Gómez- Rubio, V.; Ferrádiz Ferragud, J.; LÓPEZ, A. Detecting clusters of disease with R. Journal of Geographical Systems, v 7, n.2, p. 189-2006, 2005.
- [14] Moura, F. Detecção de clusters espaciais via algoritmo scan multi objeto. Dissertação (Mestrado em Estatística ) UFMG, Belo Horizonte, 2006.