

**ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA HANTAVIROSE NO DISTRITO FEDERAL,
BRASIL, 2004-2010**

**ANALYSIS OF SPATIAL DISTRIBUTION OF THE FEDERAL DISTRICT HANTAVIRUS,
BRAZIL, 2004-2010**

Janduhy Pereira dos Santos
Universidade de Brasília
janduhy.santos@gmail.com

Stefan Vilges de Oliveira
Ministério da Saúde
stefan.oliveira@saude.gov.br

Valdir Steinke
Universidade de Brasília
valdirs@unb.br

Marco Túlio Antônio García-Zapata
Universidade Federal de Goiás
mctulianglobal@gmail.com

RESUMO

A hantavirose é uma antropozoonose emergente no Brasil, e apresenta letalidade em torno de 40%. Os roedores silvestres são os seus principais reservatórios e as infecções estão relacionadas ao contato com aerossóis de urina, fezes e saliva infectadas. No Distrito Federal (DF), a sua ocorrência é reconhecida desde 2004, porém pouco se sabe sobre a distribuição espacial e as condições geográficas, socioeconômicas e ambientais que favorecem a transmissão. Este estudo tem como objetivo, realizar análise espacial de casos de hantavirose no Distrito Federal por meio do Índice de Moran Global e da análise de *Hotspots* através do algoritmo *Getis-Ord Gi**, a fim de identificar aglomerados espaciais que possam caracterizar a distribuição de hantavirose no Distrito Federal. As RA-IV (Brazlândia) e RA-VIII (Paranoá) apresentaram alta incidência no período de 2004 a 2010. Os resultados obtidos por meio do Índice de Moran Global demonstraram maior autocorrelação nas regiões administrativas RA VI (Planaltina) e RA VII (Paranoá) e são consideradas regiões críticas para ocorrência da hantavirose. Desta forma faz-se necessário a realização de estudos aplicados a estas regiões administrativas, o que possibilitaria um olhar mais detalhado, destes ambientes, onde foram constatados os *clusters* de importância para hantavirose, e se possível, aliar a outras ferramentas estatísticas e epidemiológicas.

Palavras-chave: Zoonoses. Hantavírus. Análise Espacial.

ABSTRACT

The hantavirus is an anthropozoonosis emerging in Brazil, and lethality in around 40%. The wild rodents are their main reservoirs and the infections are related to the contact with aerosols of urine, feces and saliva infected. In the Federal District (DF), its occurrence is recognized since 2004, but little is known about the spatial distribution and geographical conditions, socio-economic and environmental that supports the transmission. This study has as objective, perform spatial analysis of cases of hantavirus infection in Federal District by means of Global Moran Index and analysis of *Hotspots* through the algorithm *Getis-Ord Gi**, in order to identify spatial clusters that may characterize the distribution of hantavirus infection in the Distrito

Recebido em: 29/08/2013

Aceito para publicação em: 21/01/2014

Federal. The RA-IV (Brazlândia) and RA-VIII (Paranoá) showed a high incidence in the period 2004 to 2010. The results obtained by means of the Index of Global Moran demonstrated greater autocorrelation in the administrative regions RA VI (Planaltina) and RA VII (Paranoá) and are considered critical regions for the occurrence of hantavirus infection. In This way it is necessary to conduct studies applied to these administrative regions, which would allow a more detailed look, these environments, where were found clusters of importance for hantaviruses, and if possible, combine the other tools statistics and epidemiological.

Keywords: Zoonosis. Hantavirus. Spatial Analysis.

INTRODUÇÃO

A hantavirose é uma antropozoonose emergente no continente americano, cujos agentes etiológicos são vírus do gênero Hantavirus, família Bunyaviridae, sendo os roedores silvestres da subfamília Sigmodontinae e Neotominae seus reservatórios (PLYUSNIN *et al.*, 1996 e VAPALAHTI *et al.*, 2003).

Hantavírus tem sido relatado em insetívoros da família Soricidae e Talpidae e também em morcegos das famílias Vespertilionidae e Nycteridae, mas ainda não associados com doença humana (KANG *et al.*, 2011; SUMIBCAI *et al.*, 2012; WEISS *et al.*, 2012; GUO *et al.*, 2013).

No Brasil os primeiros registros da doença foram em pacientes procedentes da zona rural de Juquitiba, município da Região Metropolitana de São Paulo em 1993 (SILVA *et al.*, 1997), desde então, vem se ampliando a área de detecção de sua ocorrência, e hoje está presente em todas as regiões do país em três dos seis grandes biomas brasileiros: Cerrado, Mata Atlântica e Floresta Amazônica. (SECRETARIA DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE, 2009). Dados do Ministério da Saúde mostram que dos 1.590 casos ocorridos entre 1993 a 2012, 25% foram na região Centro-Oeste do país, que juntamente com a região Sul e Sudeste, representam cerca de 90% dos casos do Brasil (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2012). As altas taxas de letalidade da doença estão relacionadas ao desconhecimento de sua circulação e de sua apresentação clínica, por parte da assistência médica, o que dificulta a realização do diagnóstico precoce e o tratamento oportuno aos pacientes (SOUZA *et al.*, 2011 e ELKHOURY, *et al.*, 2012).

No Distrito Federal os primeiros casos de hantavirose, foram notificados no outono/inverno de 2004, como um evento inusitado grave. Naquele ano aconteceram 38 casos (SES-DF, 2012). A partir de então os registros da doença se repetiram em todos os anos, com uma letalidade média de 39,7% (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2012). Os locais de infecção ocorreram em áreas rurais do DF e na região de vizinhança imediata ao Distrito Federal (ELKHOURY, *et al.*, 2012). A circulação de dois hantavírus é reconhecida na área, um sequenciado de amostras humanas, com confirmação laboratorial da doença, denominado de hantavírus Paranoá (MELO-SILVA *et al.*, 2009) e o hantavírus Araraquara que está associado ao roedor *Necromys lasiurus*, roedor mais abundante nas áreas do cerrado e que se adaptou aos ambientes alterados antropicamente, principalmente, nas áreas onde há gramíneas introduzidas para pastoreio, e dentre elas, a *Brachiaria sp.* que é a principal fonte de alimentação para este roedor (SUSUKI *et al.*, 2004; SANTOS *et al.*, 2011; OLIVEIRA *et al.*, 2013).

As atividades agrícolas e a expansão urbana em direção às áreas de cerrado vêm favorecendo a disseminação da hantavirose no Distrito Federal (SANTOS *et al.*, 2009) e esta assume importância transcendente, por sua severidade, alta taxa de letalidade e custo socioeconômico (LAVOCAT *et al.*, 2011; VAHERI *et al.*, 2012; HENKE e BARCELLOS, 2004). Apesar disso, ainda se conhece pouco sobre as condições biogeográficas desta enfermidade e as circunstâncias da transmissão em humanos e as especificidades dos ecossistemas que funcionam como facilitadores na propagação dos reservatórios e conseqüentemente da circulação do vírus (DONALÍSIO *et al.*, 2011; DONALÍSIO e PETERSON *et al.*, 2011; OLIVEIRA *et al.*, 2013; OLIVEIRA e GURGEL-GONÇALVES, 2013).

A caracterização paisagística é um elemento importante a ser analisado e que aliado ao uso da análise da geoestatística, tem oferecido possibilidades inovadoras ao estudo da situação de saúde e de suas tendências, propiciando melhor compreensão dos fatores socioeconômicos e ambientais, entre outros, que determinam as condições de vida e o estado de saúde da população (OLIVEIRA *et al.*, 2013; OLIVEIRA e GURGEL-GONÇALVES 2013).

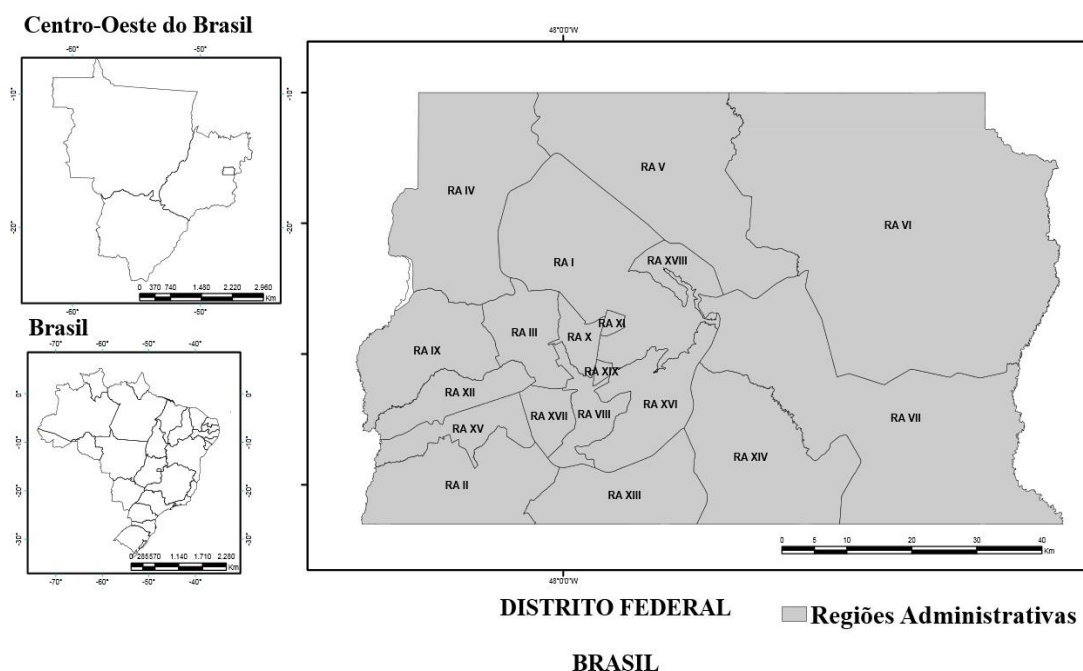
Assim o presente estudo teve como objetivo realizar a análise espacial da hantavirose no Distrito Federal, entre os anos de 2004 a 2010, utilizando o Índice de Moran e a análise de *Hotspots* através do algoritmo *Getis-Ord Gi**, os quais permitem identificar agrupamentos espaciais estatisticamente significativos e investigar se há algum relacionamento espacial significativo.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudo

A área em estudo, o Distrito Federal do Brasil (DF), está localizado na região Centro Oeste do Brasil, geomorfologicamente enquadrado nos limites do Planalto Central. O DF possui uma área de 5.814km² e limita-se ao norte pelo paralelo de 15°30'S, ao sul pelo paralelo 16°03'S, a leste pelo Rio Preto (47°25'W), tributário do rio São Francisco e a oeste pelo Rio Descoberto (48°12'W) tributário do Rio Parnaíba (Figura1).

Figura 1 - Localização do Distrito Federal



O Distrito Federal, atualmente é dividido em 31 Regiões Administrativas (RAs), das quais apenas 19 são reconhecidas oficialmente pelo IBGE (IBGE, 2012) pelo fato de que as poligonais das regiões administrativas restantes ainda não terem passado por aprovação na Câmara Legislativa do Distrito Federal. O que neste momento causa uma série de dificuldades em estudos que envolvem relações de dimensões variadas vinculadas ao espaço geográfico.

Portanto neste trabalho se optou em realizar a análise com recorte espacial das 19 RAs. Além disso, o DF conta com uma população atual de 2.654.059 habitantes e cumpre a sua missão de principal polo de confluência e irradiação da região Centro-Oeste do Brasil. Contudo, observa-se que a cidade cresceu e se expandiu com orientações conflitantes e sem uma estratégia explícita (ANJOS, 2008).

O quadrilátero do Distrito Federal (Figura 1) está totalmente inserido no bioma Cerrado, sendo considerado como núcleo central deste bioma. O Cerrado, comunidade biológica característica de grande parte da porção central do país, aproximadamente 23% do território nacional, abrangendo extensa área do Planalto Central. A paisagem do cerrado é bastante heterogênea, com formações florestais, savânicas e campestres, que se desenvolvem de acordo com as características do solo e a proximidade com corpos d'água. O cerrado também dispõe de vasta diversidade biológica, tanto de flora como de fauna, com mais de 160 mil espécies, muitas delas endêmicas (DISTRITO FEDERAL, 2010).

O processo de urbanização e o crescimento da ocupação agrícola no Bioma Cerrado implicaram significativamente na redução da vegetação nativa e consequente na perda da biodiversidade. No período de 1954 a 2001, as áreas de ocupação urbana evoluíram de 0,02% para 7,39% no território do Distrito Federal, e as áreas de ocupação agrícola passam de 0,02% para 47,56%, alcançando aproximadamente metade do território (DISTRITO FEDERAL, 2009).

Dados epidemiológicos

Em relação à coleta dos dados epidemiológicos da Hantavirose foram utilizadas informações estatísticas (quantitativo de casos de hantavirose no Brasil e no Distrito Federal e a distribuição de casos confirmados no Distrito Federal) da Secretaria de Vigilância em Saúde do Ministério da Saúde (SVS/MS) e da Secretaria de Estado de Saúde do Distrito Federal (SES/DF). A população do estudo foi constituída pela totalidade dos casos confirmados da hantavirose notificados ao Ministério da Saúde (MS) no período de 2004 a 2010 no Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN). As informações foram geradas por um instrumento de coleta de dados, denominado de Ficha de Investigação Epidemiológica (FIE) de hantavirose. Os dados do SINAN são gerados pelas Secretarias Municipais de Saúde (SMS), seguindo para as Secretarias Estaduais de Saúde (SES) e posteriormente, enviadas para o nível nacional, para a área técnica da hantavirose, por meio eletrônico. Estes dados foram analisados quanto às possíveis incoerências, tabulações foram efetuadas utilizando os softwares de acesso livre, Tabwin 3.2 e Microsoft Office Excel 2007. O programa Tabwin 3.2 foi utilizado para realizar as tabulações dos dados com as informações da ficha de investigação do SINAN e o programa Microsoft Office Excel 2007, para limpeza do banco de dados e exclusão de inconsistências e duplicidades de registros.

Estatística Espacial

Para a realização da análise espacial foram realizados dois procedimentos: autocorrelação espacial (Índice Global de Moran) e o algoritmo estatístico *Getis-ord G**.

A autocorrelação espacial (Índice Global de Moran) é uma medida geral de associação espacial para um conjunto dos dados, que testa, entre áreas conectadas, qual o grau de autocorrelação para os indicadores estudados (LAI, *et al.* 2009). Numa matriz de vizinhança normalizada o índice de Moran é dado por:

$$I = \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (y_i - \bar{y})(y_j - \bar{y})}{\left(\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 \right) \sum_{i \neq j} w_{ij}} \quad (1)$$

Na equação acima, n é o número de áreas, y_i o valor do atributo considerado na área i , \bar{y} é o valor médio do atributo na região de estudo e w_{ij} os elementos da matriz normalizada de proximidade espacial. Neste caso a correlação será computada apenas para os vizinhos de

primeira ordem no espaço, conforme estabelecido pelos pesos w_{ij} . O mesmo cálculo feito para matrizes de proximidade de maior ordem permite estimar a função de autocorrelação para cada ordem de vizinhança (ou "lag").

De maneira geral, o Índice de Moran presta-se a um teste cuja hipótese nula é de independência espacial; neste caso, seu valor seria zero. Valores positivos (entre 0 e +1) indicam para correlação direta e, os valores negativos, (entre 0 e - 1) correlação inversa.

O diagrama de espalhamento de Moran é uma maneira adicional de visualizar a dependência espacial. Através da base nos valores normalizados (valores de atributos subtraídos de sua média e divididos pelo desvio padrão), permite analisar o comportamento da variabilidade espacial.

Além disso, outra alternativa e interessante ao diagrama de espalhamento de Moran é apresentá-lo em forma de mapa, no qual cada polígono (Área) é apresentado indicando-se seu quadrante no diagrama de espalhamento.

O algoritmo de *Getis-Ord G_i^** (Getis; Ord, 2010) é um indicador espacial que permite que a análise de agrupamentos considerando a estatística esperada de um polígono e seus vizinhos em comparação à média de todas as observações. *Getis-Ord G_i^** é ainda um indicador de informação local para o qual é possível calcular grau de significância para valores que estejam abaixo ou acima da média esperada para dada variável. O algoritmo é descrito na seguinte maneira:

$$G_i^* = \frac{\sum_{j=1}^n x_j}{\sum_{j=1}^n w_{ij} (d) x_i}, j \neq i \quad (2)$$

Onde:

W_{ij} valor na matriz de proximidade para região i com a região j em função da distância (d);

x_i e x_j são os valores dos atributos considerados nas áreas i e j ;

d é distância entre pontos;

n o número de áreas (polígonos).

Para a elaboração do Índice de Moran (Moran I) o *software* utilizado foi o GeoDa (*Spatial Analysis Laboratory, University of Illinois*) que possibilitou gerar os diagramas de espalhamento de Moran e os cartogramas. No desenvolvimento da estatística espacial pelo método dos mínimos quadrados, foi utilizado o pacote *spatial statistics do ArcGis® 10.1 (Environmental Sciences Research Institute, Redlands,CA)* .

RESULTADOS

Os primeiros casos de hantavirose foram registrados no Distrito Federal em 2004 e, a partir de então, até 2010 foram registrados 78 casos autóctones (Tabela 1) com uma taxa média de incidência de 0,72 / 10.000 habitantes. A Região Administrativa de São Sebastião (RA-XIX) apresentou o maior número de ocorrências do agravo com o total de 22 casos.

De acordo com o Ministério da Saúde (MINISTÉRIO DA SAÚDE, *et al.*, 2004) as exposições associadas com adoecimento, foram observadas em grande parte na zona rural ou com características rurais, e, nesses locais, as exposições ocorreram em ambientes abertos (em

contato direto com o solo, sentando-se, deitando-se, ou capinando) e ter tido exposição por motivo de trabalho (armazenagem, roçagem e outros).

Tabela 1 – Incidência de hantavírus em diferentes regiões administrativas do Distrito Federal, Brasil, durante o período de 2004 a 2010

Regiões Administrativas	Casos	População¹	Incidência²
São Sebastião	22	100.659	2,19
Planaltina	16	171.303	0,93
Paranoá	10	53.618	1,87
Brazlândia	9	57.542	1,56
Gama	6	135.723	0,44
Sobradinho	4	210.619	0,19
Lago Norte	3	41.627	0,72
Recanto das Emas	3	121.278	0,25
Núcleo Bandeirante	2	43.765	0,46
Brasília	1	209.855	0,05
Taguatinga	1	361.063	0,03
Ceilândia	1	402.629	0,02
TOTAL	78	-	-

¹ Censo 2010 (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística).

² Por 10.000 habitantes (Ministério da Saúde).

De acordo com o mapa de incidência da hantavirose (Figura 2), outras duas regiões administrativas do Distrito Federal apresentaram alta incidência de hantavirose no período de 2004 a 2010: RA-IV (Brazlândia) e RA-VIII (Paranoá). Essas três regiões possuem áreas cobertas pelo cerrado, mas que vêm nos últimos anos sofrendo um intenso processo de desmatamento em virtude da expansão urbana e das atividades agrícolas (SANTOS, *et al.* 2011).

O Índice de Moran Global da Hantavirose no Distrito Federal obtido foi igual a 0,125121 (p -valor = 0,01 com 99% de confiança), O valor do índice encontrado foi maior do que zero o que mostra autocorrelação espacial positiva, ou seja, apresentando áreas que possuem alguma similaridade entre si em relação a hantavirose, de acordo com a sua posição em relação aos quadrantes do Diagrama de Espalhamento de Moran (Figura 3).

O Diagrama de Espalhamento Moran da área de estudo mostra que o quadrante 1 (+/+) indica duas regiões administrativas que possuem valores normalizados positivos e médias positivas: RA VI e RA VII. Além disso, oito regiões administrativas estão situadas no quadrante 2 (-/-), ou seja, valores normalizados negativos e médias negativas: RA I, RA III, RA VIII, RA X, RA XII, RA XVII, RA IX, XV. No quadrante 3 (+/-) apresentam três regiões administrativas com valores normalizados positivos e médias negativas: RA II, RA IV e RA XIV. E no quadrante 4 (-/+) apresentam-se os valores normalizados negativos com médias positivas a seguintes regiões administrativas: RA V, RA XIII, RA XVI e RA XVIII.

Figura 2 - Mapa de incidência da hantavirose no Distrito Federal, 2004 a 2010

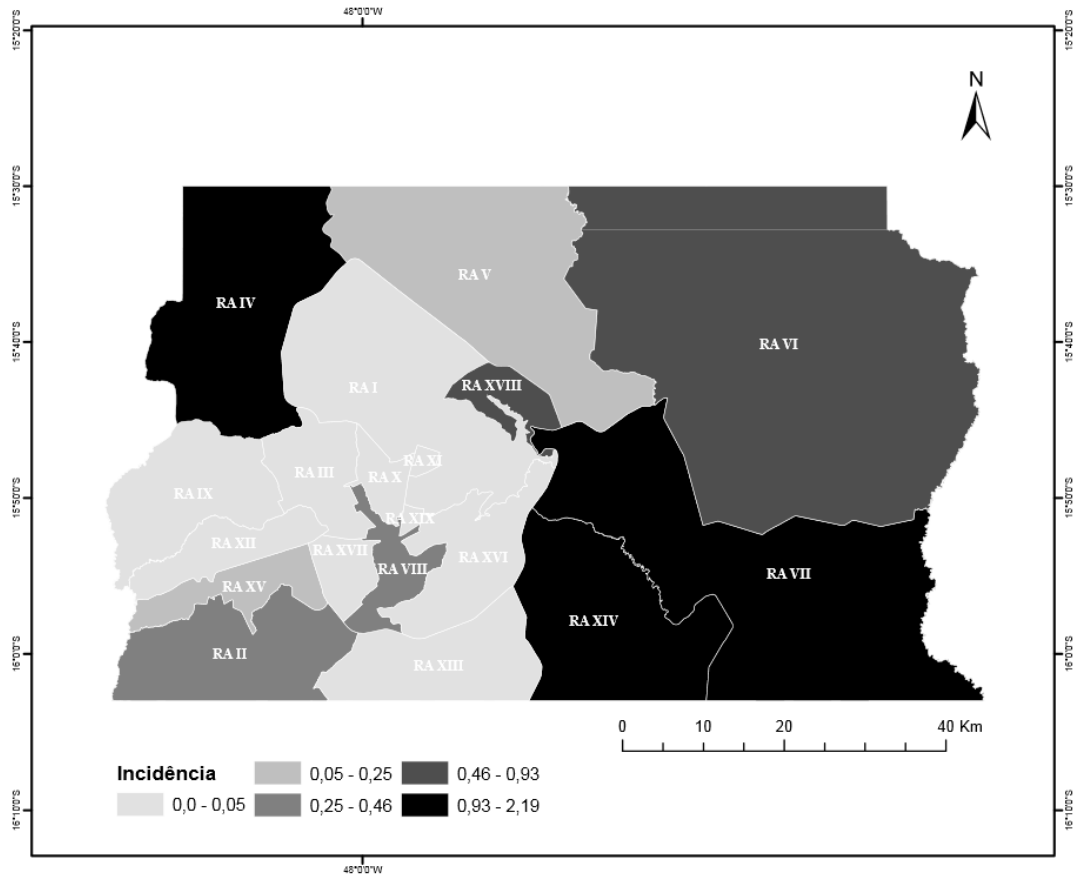
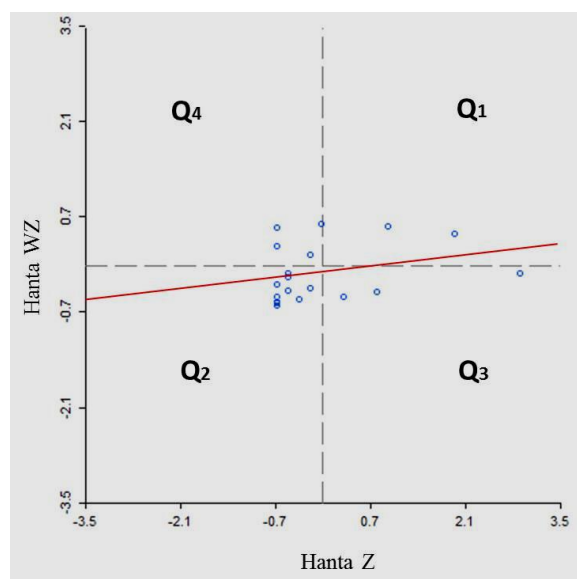


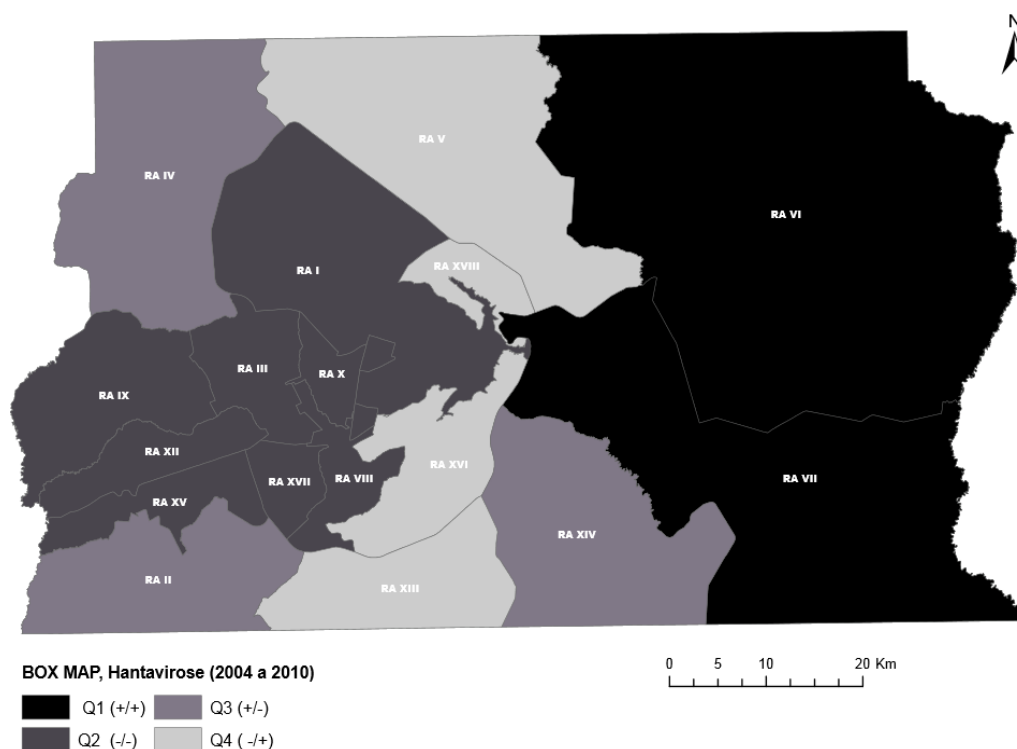
Figura 3 - Diagrama de Espalhamento de Moran- Hantavirose/DF, 2004 a 2010



Particularmente são os quadrantes 1 (+\+) e quadrante 2 (-\-) que indicam áreas de associação espacial positivas, levando-se em conta que o município possui vizinhos com valores semelhantes. Tanto o quadrante 3 (Q3) como o quadrante 4 (Q4) não acompanham a tendência global e indicam áreas de associação espacial negativas (valores discrepantes), considerando que numa localização há vizinhos com valores distintos, considerada como região de transição entre os dois regimes espaciais, no caso as regiões administrativas dos quadrantes 1 e 2.

Para espacializar essas informações adotou-se o Mapa de Moran (*Box Map*) (Figura 4) com o intuito de mostrar as áreas homogêneas constituídas pelas regiões administrativas do Distrito Federal que apresentam associação espacial. O Mapa de Moran é baseado nos valores normalizados, no qual o atributo foi classificado de acordo com sua posição em relação aos quadrantes do Diagrama de Espalhamento de Moran.

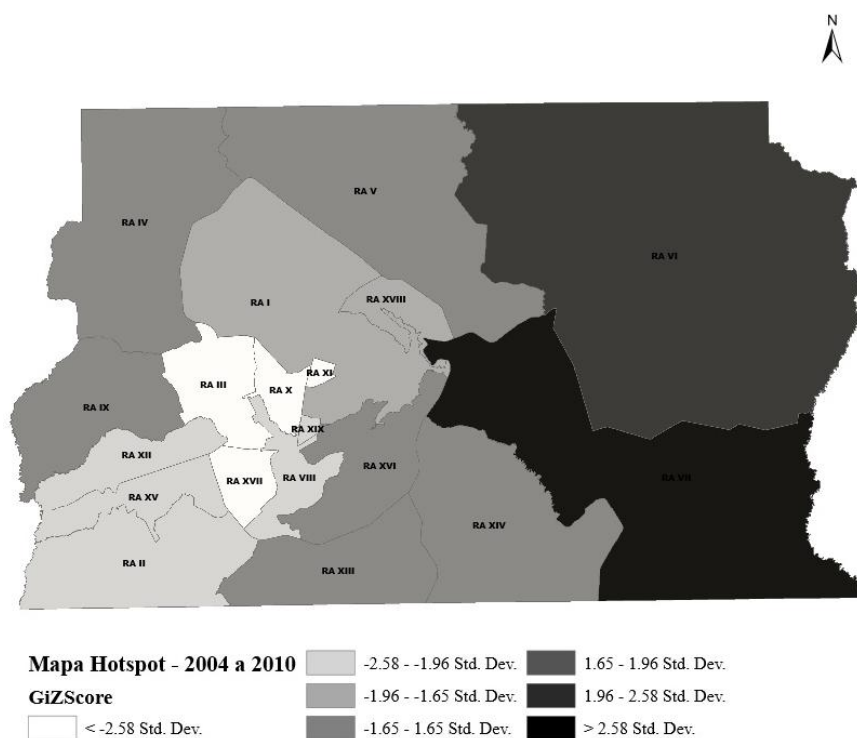
Figura 4 - Mapa de Moran da Síndrome Pulmonar por Hantavírus no Distrito Federal, 2004 a 2010



De acordo com o Mapa de Moran (*Box Map*) as áreas compreendidas pelas regiões administrativas RA VI (Planaltina) e RA VIII (Paranoá) aonde apresentam autocorrelação estatisticamente significativa são consideradas regiões críticas de ocorrência da hantavirose.

Tendência semelhante é observada quando utiliza o algoritmo *Getis-Ord Gi** para fazer análise com objetivo de se buscar agrupamentos espaciais estatisticamente significativos (Hot Spots) e de acordo com o mapa (Figura 5) as regiões administrativas de Planaltina (RA VI) e do Paranoá (RA VII) apresentaram um forte grau de confiança em relação às demais regiões administrativas ($p < 0,01$).

Figura 5 - Mapa de *Hot spot* da hantavirose no Distrito Federal, 2004 a 2010



No mapa (Figura 4) as áreas centrais (RA I, RA II, RA III, RA VIII, RA X, RA XI, RA XII, RA XV, RA XVIII e RA XIX) apresentam um grau de confiança menor $p < 0,10$ e, portanto, um *cluster* baixo em relação a hantavirose. As regiões administrativas RA IV, RA V, RA IX, RA XIII, RA XIV e RA XVI tiveram agrupamentos similares com um grau de confiança conservador com um $p < 0,05$ e assim sendo, apresentando uma situação intermediária.

DISCUSSÃO

Os resultados obtidos por meio do Índice de Moran Global para análise espacial da hantavirose demonstraram uma maior autocorrelação nas regiões administrativas RA VI (Planaltina) e RA VII (Paranoá) e sendo assim, apresentam um risco elevado para a hantavirose. São regiões que apresentam características similares em relação às mudanças aos padrões de uso da terra, pois apresentam altos índices de desmatamento provocados pela expansão agrícola e a contínua formação de assentamentos rurais destinados à agricultura familiar. Culturas de subsistências como cultivo de milho, arroz, feijão e cana-de-açúcar, bem como o cultivo do capim braquiária para alimentação de gado leiteiro são verificados nesta área.

A região de Planaltina abriga assentamentos rurais destinados a reforma agrária e nestas áreas foi verificado por Oliveira *et al.*, (2012), que as condições de moradia, aliadas a falta de cuidados básicos de limpeza e prevenção pelos moradores sugerem alta vulnerabilidade para transmissão de hantavírus no local. Apesar dos moradores terem ciência da ocorrência da doença e de registros de casos e óbitos nestes ambientes os mecanismos de prevenção da hantavirose devem ser mais explorados em trabalhos educativos para estimular a comunidade a praticar as medidas preventivas.

A análise mostra que as regiões administrativas situadas no Quadrante 3 (+/-) são áreas com forte dinamização espacial com a transformação das áreas rurais em áreas urbanas faz com o risco seja aumentado para o perímetro dessas manchas urbanas, pois o contato dessas

manchas urbanas com áreas de mata nativa e pastagens tende a favorecer o deslocamento de roedores que são atraídos pela oferta de alimentos nas habitações principalmente no período de seca quando ocorre à diminuição de sementes e água e os forçam a buscar novos espaços. Com certa frequência, tem se observado, em áreas hoje consideradas urbanas no DF, a presença de roedores silvestres dos gêneros *Oligoryzomys* e *Necromys*, reservatórios de hantavírus (OLIVEIRA SV, comunicação pessoal).

Estas espécies amplamente distribuídas no Brasil conseguem manter suas populações, mesmo em pequenos fragmentos de vegetação, o que tem preocupado as autoridades de saúde diante da possibilidade de infecções em áreas urbanas e periurbanas (OLIVEIRA *et al.*, 2013).

A estatística espacial demonstrada no algoritmo *Gi** mostra um comportamento semelhante ao Índice de Moran, pois as áreas que apresentam aglomerados (*clusters*) estatisticamente significativos são as regiões administrativas de Planaltina e Paranoá, indicando certo padrão na distribuição espacial do agravo. As áreas centrais do Distrito Federal não apresentaram significância (*outliers*) no modelo proposto pelo algoritmo, mas através do mapa percebe-se que essa área central está rodeada por áreas que apresentam casos de hantavírose ou por cerrados remanescentes e que por sua vez apresentam roedores silvestres que são reservatórios de hantavírus.

O presente estudo tem como limitação à utilização de dados secundários de um sistema de vigilância passivo do Ministério da Saúde, onde partes destas informações podem estar subnotificadas. Faz-se necessário a realização de estudos aplicados a estas regiões administrativas, o que possibilitaria um olhar mais detalhado, destes ambientes, onde foram constatados os clusters de importância para hantavirose, e se possível, aliar a outras ferramentas estatísticas e epidemiológicas que poderiam ajudar a explicar e validar estes resultados.

O isolamento da variante Paranoá em pacientes com hantavirose provenientes da área identificada como cluster, também levanta a hipótese de esta cepa estar causando casos com clínica diferenciada de outras áreas do cerrado e DF (SANTOS *et al.*, 2009) e chama a atenção da necessidade de um estudo molecular dos hantavírus destas áreas (MELO-SILVA, *et al.*, 2009).

CONCLUSÃO

Na análise espacial da hantavirose é de grande importância a compreensão da distribuição regional do hospedeiro e do patógeno, pois está relacionada com os fatores ambientais como vegetação e clima o que reforça a necessidade de estudos contínuos sobre os distintos biomas para a compreensão dos padrões espaciais e temporais de ocorrência de casos. Além disso, as atividades humanas (envolvendo as áreas sociais e culturais) em interação com o meio ambiente podem propiciar a disseminação de vírus, como no caso, do hantavírus devido ao intenso processo de degradação ambiental causado pela expansão urbana, das atividades agropastoris, da garimpagem, do ecoturismo e outros.

Ademais, um fator de grande importância no estudo da hantavirose é a compreensão da dinâmica do uso da terra, pois as formas de uso e ocupação da terra no cerrado e em especialmente em áreas atingidas pela hantavirose merecem uma análise espacial mais profunda em razão da redução da biodiversidade do ecossistema cerrado.

Diante do exposto, o uso de técnicas de estatística espacial como o *Índice Global de Moran* e o algoritmo *Getis-Ord Gi** revelaram-se de uma fundamental importância na análise do padrão espacial da hantavirose no Distrito Federal. Com o uso destas ferramentas pode-se perceber novos agrupamentos espaciais, que não são identificados pelos estudos epidemiológicos descritivos e analíticos usuais e que desta forma, merecem uma análise mais detalhada do fenômeno.

REFERÊNCIAS

ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD (OPS). **Hantavírus en las Américas: guía para el diagnóstico, el tratamiento, la prevención y el control**. Washington, DC: OPS. Cuaderno Técnico 1999; nº. 47.

SILVA M.V.; VASCONCELOS M.J.; HIDALGO N.T.R.; VEIGA A.P.R.; CANZIAN M.; MAROTTO P.C.F. Hantavirus pulmonary syndrome. Report of the first three cases in São Paulo, Brazil. **Rev. Inst. Med. Trop. São Paulo**. Vol.39, pág. 231-4. 1997

MINISTÉRIO DA SAÚDE, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância Epidemiológica. **Guia de Vigilância Epidemiológica**. 7ª ed. Brasília, 2009. 816 p.

MINISTÉRIO DA SAÚDE, Secretaria de Vigilância em Saúde. **Hantavíruses situação epidemiológica, 2012**. <http://portal.saude.gov.br/portal/saude/profissional/area.cfm?id_area=1558>.

SOUZA D.M.; BRAGA H.M.; TEIXEIRA M.A.F.; Canela JR. Síndrome Cardiopulmonar por Hantavirus - Relato de caso. **Rev. Med. Minas Gerais**.; Vol. 21(2), Pág. 226-228. 2011.

ELKHOURY M.R.; MENDES W.S.; WALDMAN E.A.; DIAS J.P.; CARMO E.H.; VASCONCELOS P.F.C. Hantavirus pulmonary syndrome: prognostic factors for death in reported cases in Brazil. **Trans. of the Royal Soc. of Trop. Med. and Hyg.**; Vol. 106, p.298-302. 2012.

DISTRITO FEDERAL. Secretaria de Estado da Saúde do Governo do Distrito Federal. **Informativo Epidemiológico de Hantavirose - 2012**; Ano 4, Nº 01.

PEREIRA L.E.; SOUZA L.T.M.; SOUZA R.P.; BISSORDI I.; SUZUKI A.; KATZ G. Histórico da Vigilância Eco-epidemiológica do Hantavirus no Brasil. **Rev. da CIP**. Vol. 2(3), p. 5-12. 1999.

SUZUKI A. *et al.* Araraquara and Juquitiba hantavirus in southern and southeastern Brazil: genetic identification of their rodent reservoirs. **Emerg. Infect. Dis.** Vol. 10(12), p. 2127-2134. 2004.

FIGUEIREDO L.T.M. *et al.* Hantavirus pulmonary syndrome, central plateau, southeastern, and southern Brazil. **Emerg Infect. Dis.**; Vol.15:561-7. 2009.

SANTOS J.P.; STEINKE E.T.; GARCÍA-ZAPATA M.T.; Uso e ocupação do solo e a disseminação da hantavirose na região de São Sebastião, Distrito Federal: 2004 - 2008. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**. Vol. 44 (1): 53-57. 2011

SANTOS V.M.; SÁ D.A.R.; TURRA Z.T.; BORGES N.M.F.; NASCIMENTO U.M.; DAMASCENO E.A.M.; Hantavirus pulmonary syndrome in Brasilia periphery: a diagnostic challenge - Case Report – **J. Infect Dev Ctries**.; Vol. 3 (8): 639-643. 2009.

LAVOCAT M.N.; MAIA-ELKHOURY N.A.; PELISSARI D.M.; ELKHOURY R.S. Clinical and Epidemiological Characterization of Confirmed Cases of Hantavirus with Suspected Infection Site in the Biome Brazilian Cerrado, 1996 to 2008. **Epidemiol. Rev. Saúde**, Brasília, vol. 20(4):537-545.

VAHERI A.; HENTTONEN H.; VOUTILAINEN L.; MUSTONEN J.; SIRONEN T.; VAPALAHTI O. Hantavirus infections in Europe and their impact on public health. **Rev. Med. Virol**. Vol.5 (22):22:53. 2012.

HENKE V.W.; BARCELLOS C. Ecologia da Paisagem da hantavirose no Estado do Rio Grande do Sul. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**. Vol 37(6): 505-507. 2004

DONALÍSIO M.R.; VASCONCELOS C.H.; PEREIRA L.E.; ÁVILA A.M.H.; KATZ G. Aspectos climáticos em áreas de transmissão de hantavirose no estado de São Paulo, Brasil. **Cad. Saúde Pública**. v. 24:1141-1150. 2008

DONALISIO M.R.; PETERSON A.T. Environmental factors affecting transmission risk for hantaviruses in forested portions of southern Brazil, **Acta Tropica**.. Volume 119, Issues 2–3, pages 125-130. 2011

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Secretaria de Vigilância em Saúde. Introdução à Estatística Espacial para a Saúde Pública. **Texto Básicos de Saúde**. Brasília, 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo demográfico - 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

ANJOS, R.S.A. **Dinâmica Territorial: Cartografia –Monitoramento-Modelagem**. Editora: Mapas Editora & Consultoria. 2008, 124 pp.

DISTRITO FEDERAL. **Síntese de Informações Sócioeconômicas do Distrito Federal – 2010**. Companhia de Desenvolvimento do Planalto Central. Brasília, 2010.

DISTRITO FEDERAL. **Plano Diretor de Ordenamento Territorial do Distrito Federal - PDOT**. Secretaria de Estado de Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente do Distrito Federal. Brasília, 2009.

YAN, L. et al., Landscape Elements and Hantaan Virus-related Hemorrhagic Fever with Renal Syndrome, People's Republic of China. **Emerging Infectious Diseases**. 2009; Vol. 13, nº 09, pp. 1301-1306.

LAI, P.C.; SO, FM.; CHAN, KW. Spatial Epidemiological Approaches in Disease Mapping and Analysis. In: **Areal Methods of Disease Analysis**. CRC press. 2009.

MINISTÉRIO DA SAÚDE, Secretaria de Vigilância em Saúde, **Surto da síndrome cardiopulmonar por hantavírus no Distrito Federal e Goiás – maio a setembro de 2004.**; Ano 05, nº01. Brasília.

OLIVEIRA, S.V. et. al. Conhecimentos, atitudes e práticas sobre hantavirose em um assentamento rural de Planaltina-Distrito Federal. **Sciencia Plena**. Vol 8, 2012.

MELO-SILVA R.; MARANHÃO A.; NAGASSE-SUGAHARA T.K.; BISORDI I.; SUZUKI A.; BRIGIDO M.M. Characterization of hantaviruses circulating in Central Brazil. **Inf. Gen. and Evolut.**; Vol 9. Pág. 241-247. 2009