

# ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL APLICADA ÀS OCORRÊNCIAS DE HIPERTENSÃO E DIABETES NOS MUNICÍPIOS DO ESTADO DE MINAS GERAIS

Eliangela Saraiva Oliveira PINTO<sup>1</sup>  
Gerson Rodrigues dos SANTOS<sup>1</sup>  
Fernando Luiz Pereira de OLIVEIRA<sup>2</sup>

- RESUMO: Objetivando avaliar a distribuição espaço-temporal de hipertensão arterial e diabetes *mellitus* nos municípios de Minas Gerais, entre 2002 a 2012, aplicou-se as técnicas de análise espacial de dados de área, destacando-se a média móvel local, os coeficientes de autocorrelação global de Moran e o índice local de Moran. Além disso, foram construídos mapas temáticos de distribuição espacial, de autocorrelação local (Box Map) e de identificação de cluster, utilizando a estatística Scan espaço-temporal. Verificou-se que há autocorrelação espacial para ambas as variáveis, entre os municípios, em que apresentou coeficientes de Moran (global) positivos e significativos para todos os anos estudados. Foi possível identificar, por meio da análise local, agrupamento de municípios situados na parte sul do estado com maiores taxas de prevalência de hipertensão e também de diabetes em todos os anos. Também identificou-se a ocorrência de cluster significativo localizado no sul do estado para as duas variáveis analisadas. Conclui-se que a análise espaço-temporal permitiu mapear e compreender a distribuição das taxas de hipertensão e diabetes no estado de Minas Gerais. Estudos como este podem fornecer informações para que os serviços de saúde possam selecionar os principais locais com taxas altas e propor ações de controle.
- PALAVRAS-CHAVE: Estatística espacial; dados de área; distribuição espacial; autocorrelação espacial, Scan espaço-temporal.

## 1 Introdução

A análise do comportamento das doenças, levando em consideração a localização no espaço e no tempo permite relacionar o processo saúde-doença com o ambiente no qual o homem vive. Essa metodologia tem sido descrita como importante ferramenta nos estudos epidemiológicos por sua capacidade de visualizar a distribuição da doença e mapear fatores de risco a níveis populacionais (Brasil, 2007). Assim, conhecer a distribuição espacial de certas doenças tem sido uma grande preocupação das sociedades modernas (Hino, Santos, Villa, 2005).

---

<sup>1</sup> Universidade Federal de Viçosa - UFV, Departamento de Estatística, CEP: 36570-000, Viçosa, MG, Brasil. E-mail: [eliangela.saraiva@ufv.br](mailto:eliangela.saraiva@ufv.br); [gerson.santos@ufv.br](mailto:gerson.santos@ufv.br)

<sup>2</sup> Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP, Departamento de Estatística, CEP: 35400-000, Ouro Preto, MG, Brasil. E-mail: [fernandoluizest@gmail.com](mailto:fernandoluizest@gmail.com)

Dentre os métodos de visualização e distribuição de eventos, podem ser citados os de detecção de conglomerados, que são empregados na identificação de áreas de risco (Druck et al., 2004; Kulldorff, 1995). Estes métodos fazem parte do conjunto de técnicas em Estatística Espacial que vêm sendo utilizadas no planejamento, identificação, monitoramento e avaliação das ações em diferentes áreas. A estas, pode ser mencionada a área da saúde, pois permite acessar e integrar diferentes informações, apresentando-as em mapeamento e detectando áreas com potencial de risco de desenvolvimento pela incidência e/ou prevalência de doenças acima ou abaixo do esperado (Almeida, 2011).

Estudos relacionados à investigação epidemiológica vêm utilizando diferentes ramos da Estatística Espacial, como por exemplo, a análise espacial de dados de área, pois permite trabalhar com dados agregados por municípios, possibilitando identificar padrões espaciais de distribuição nos valores observados (Caumo, 2006).

Os métodos de análise de dados de área, segundo Druck et al. (2004) foram desenvolvidos para tentar detectar regiões onde a distribuição dos valores pudesse apresentar um padrão específico, ou seja, um padrão aleatório ou não-aleatório apresentando-se em agrupamentos, associado à sua localização espacial. Busca-se identificar o quanto o valor de uma variável em uma determinada área assemelha-se com os valores da mesma variável localizada em sua circunvizinhança, e o quanto é similar ou dissimilar aos valores de sua vizinhança distante. Esses métodos, de maneira geral, são apresentados na forma de índices que medem a associação espacial (Índice de Moran), gráfico de espalhamento (*Box Map*) e mapas (Distribuição espacial), auxiliando na identificação de agrupamentos de objetos cujos atributos possuem valores altos ou baixos, áreas de transição e casos atípicos (Krempi, 2004; Silva et al., 2011).

Como parte do processo de uma análise de Dados de Área, é importante investigar fatores como: a distribuição dos dados, a presença de *outliers* e a ausência de estacionariedade. A forma mais comumente empregada é a certificação do comportamento da média (estacionariedade de primeira ordem), da variância e da covariância espacial (estacionariedade de segunda ordem). E para identificar a estrutura de dependência espacial, se utiliza de ferramentas, como o índice global de Moran e o índice de Geary, sendo o principal objetivo, estimar a magnitude da autocorrelação espacial entre as áreas (Druck et al., 2004).

Cabe mencionar também que existem métodos de detecção de *cluster* espaço-temporal, sendo construído sob o princípio de que, se existe um *cluster*, as observações estarão próximas tanto no espaço quanto no tempo, buscando avaliar se há uma relação positiva entre distância espacial e distância temporal e este método também pode ser aplicado a Dados de Área (Whittemore et al. 1987; Kulldorff et al. 1998).

Diante destes conhecimentos, pode-se afirmar que o emprego destas metodologias, em análises de indicadores de saúde, pode contribuir com a melhoria da qualidade do processo de ação em saúde, pois a identificação da distribuição espacial e temporal dos casos de doenças pode favorecer com a introdução de novas práticas, instrumentos ou maneiras de realizar a atenção à saúde, de forma mais eficiente, integrada e equitativa, sendo empregada como ferramentas que auxiliem no planejamento e monitoramento dos eventos (Alves Junior, 2011).

Dentre os indicadores que podem ser avaliados por meio da estatística espacial, citam-se aqueles relacionados à classificação das doenças crônicas não transmissíveis (DCNT), principalmente a hipertensão arterial sistêmica e o diabetes *mellitus*, pois são classificadas como importante fator de risco para o desenvolvimento de doenças

cardiovasculares, cerebrovasculares e renais, entre outras, sendo então, necessário desenvolver ações de controle ou monitoramento da prevalência destas doenças (Brasil, 2006).

Spasoff (2011) cita que a hipertensão arterial e o diabetes *mellitus*, constituem um problema considerável de saúde pública no Brasil e no mundo, com tendência a ser maior no futuro, estabelecendo a epidemia real. Paho (2003) cita, que por meio de estimativas da Organização Mundial de Saúde (OMS), no ano de 2020, as mortes por doenças crônicas deverão representar 73% daquelas ocorridas no mundo.

Cabe mencionar ainda que a transição demográfica muito rápida determina uma elevação progressiva da morbimortalidade por condições crônicas no Brasil, tanto em termos absolutos como relativos (Mendes, 2012). Também segundo a Secretaria do Estado de Minas Gerais (2010), desde a década de 1960, o Brasil vem sofrendo transformações no seu perfil de mortalidade e morbidade, em função dos processos de transição demográfica, nutricional e epidemiológica.

Assim, busca-se por meio da aplicação de métodos de Estatística Espacial, analisar a distribuição espaço-temporal da taxa de prevalência da hipertensão arterial e diabetes *mellitus* no estado de Minas Gerais.

## **2 Material e métodos**

Realizou-se um estudo descritivo, de caráter exploratório, com a finalidade de avaliar a distribuição espaço-temporal das taxas de prevalência de hipertensão arterial e diabetes *mellitus* nos municípios do Estado de Minas Gerais, no período de 2002 a 2012, por meio da aplicação de métodos de análise espacial.

### **2.1 Bases de investigação**

Inicialmente, foi realizado levantamento do número total de casos de hipertensos e diabéticos registrados em todos os municípios mineiros, durante o período de estudo.

Para as informações referentes à hipertensão e diabetes (tipo I e II), foram considerados todos os casos de homens e mulheres com mais de 15 anos de idade, conforme registros do Cadastro Familiar existentes no Sistema de Informação da Atenção Básica (SIAB) de Minas Gerais, constantes no Departamento da Atenção Básica do Sistema Único de Saúde (DATASUS), um órgão da Secretaria Executiva do Ministério da Saúde, referente ao período citado (Datusus, 2013). E para tabular estes dados foi utilizado o software TabWin 3.6b (Datusus, 2010).

O território de Minas Gerais é dividido em 853 municípios, com uma população de 19.597.330 pessoas (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas - IBGE, 2013). Desta forma, para as análises espaciais, foram considerados os 853 municípios, como unidades de análises espaciais, sendo que a malha digital foi obtida no site do IBGE.

A taxa de prevalência de hipertensão e diabetes foi considerada como variável (número de indivíduos com hipertensão ou diabetes, dividido pelo número total de indivíduos maiores de 15 anos e multiplicada a razão por 100) (Rede Interagencial de Informação para a Saúde – Ripsa, 2008; IBGE, 2013).

Em seguida, ambas as variáveis foram adicionadas à tabela de atributos, que juntamente aos respectivos geocódigos municipais foram salvos em um arquivo formato (.mdb), de modo a ser compatível com o banco de dados que foi criado no software livre

TerraView, versão 4.1.0 do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE (TerraView, 2010). Gerou-se um banco de dados no TerraView 4.1.0, com a importação da malha digital dos municípios e da tabela de atributos. Os dados foram georeferenciados na projeção SAD 69.

## 2.2 Procedimentos e Técnicas de Estatística Espacial

### 2.2.1 Análise espacial de dados de área

As análises espaciais de dados de área e os mapas temáticos foram realizadas valendo-se dos recursos de análises de estatística espacial disponíveis no software TerraView versão 4.1.0 do Instituto Nacional de Pesquisa Espacial -INPE (TerraView, 2010), conforme a característica das informações obtidas, com o intuito de identificar a distribuição espacial das taxas de hipertensão e diabetes de forma a apontar a existência de áreas de maior gravidade do problema.

Para o desenvolvimento metodológico adotou-se o uso de uma legenda baseada em percentis para categorizar as classes das taxas de prevalência de hipertensão ou de diabetes, em que foi avaliada em cinco classes para cada ano, e caracterizada por muito baixa apresentada na cor azul, baixa na cor verde, média na cor amarelo, alta na cor laranja e muito alta na cor vermelha. Esta categorização foi adotada para avaliação da distribuição espacial em cada ano estudado.

Com o objetivo de identificar a distribuição espacial da taxa de prevalência de hipertensão arterial e de diabetes em Minas Gerais, foram construídos os mapas por quintil, como parâmetro de agrupamento, para cada ano estudado, sendo apresentada a distribuição espacial de um evento de saúde.

A seguir foi necessário construir a matriz de distância espacial, sendo definida pelo método da fronteira comum, ou seja, os municípios serem ou não vizinhos, que utiliza o valor 1 (um) para os municípios vizinhos e o (zero) quando estes não possuem fronteira próxima, conforme proposto por Druck et al. (2004).

Para analisar as variações das tendências espaciais das taxas de hipertensão e diabetes, utilizou-se a média móvel local. Para o cálculo da média móvel local de cada município em estudo e em cada ano, utilizou-se a fórmula descrita a seguir:

$$\hat{\mu}_i = \sum_{j=1}^n w_{ij} Y_j \quad (1)$$

Em que  $i = 1; \dots; n = 853$  e  $j = 1; \dots; n = 853$ , para as regiões do estado de Minas Gerais.  $w_{ij}$  e  $Y_j$  representam, respectivamente, os elementos da matriz de proximidade espacial padronizada de primeira ordem e o valor observado da variável taxa de hipertensão arterial ou de diabetes. Para avaliar a significância do teste foram desenvolvidas 999 permutações.

### Autocorrelação espacial

Para a avaliação da autocorrelação foi calculado o Índice de Moran Global, levando em consideração as taxas de prevalência de hipertensão e diabetes de todos os municípios, sendo calculado para cada ano estudado. Com relação ao Índice de Moran Global, cabe

ressaltar que foi realizado o teste de 999 permutações aleatórias do nível de significância de  $I$ , sob a hipótese nula de ausência de autocorrelação espacial entre os municípios de Minas Gerais e também que existem outros índices de autocorrelação, como o índice de Geary e de Tango, porém optou-se por utilizar o índice de Moran.

Para avaliar a significância da estatística  $I$  de Moran, as seguintes hipóteses foram estabelecidas:

$H_0$ :  $I = 0$  (não existe autocorrelação espacial entre os municípios);

$H_1$ :  $I > 0$  (existe autocorrelação espacial positiva entre os municípios).

Para mensurar os efeitos de dependências espaciais entre os municípios, foram utilizados os índices de Moran global, que é definido por:

$$I = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (Y_i - \bar{Y})(Y_j - \bar{Y})}{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2} \quad (2)$$

Com  $i = 1; \dots; n = 853$  e  $j = 1; \dots; n = 853$ , para as regiões do estado de Minas Gerais.  $w_{ij}$  e  $Y_j$  representam, respectivamente, os elementos da matriz de distância espacial padronizada de primeira ordem  $Y_i$  e  $Y_j$  são os valores observados das variáveis taxas de prevalência de hipertensão ou diabetes, dos municípios  $A_i$  e  $A_j$ . O valor de  $\bar{Y}$  é a média do valor observado da variável taxa de hipertensão ou diabetes de todos os municípios do estado de Minas Gerais (Moran, 1948).

Como ferramenta para visualizar a autocorrelação espacial local, existente entre os municípios, utilizou-se o Índice de Moran Local para encontrar a correlação espacial dessas áreas. Este índice é dado pela expressão:

$$I = (Y_i - \bar{Y}) \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (Y_j - \bar{Y})}{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2 / n} \quad (3)$$

Nesta expressão,  $i = 1; \dots; n = 853$  e  $j = 1; \dots; n = 853$ , para as regiões do estado de Minas Gerais.  $w_{ij}$  são os elementos da matriz de proximidade espacial padronizada de primeira ordem e  $Y_i$  e  $Y_j$  são os valores observados das variáveis, taxas de hipertensão ou diabetes, dos municípios  $A_i$  e  $A_j$ ;  $\bar{Y}$  é a média do valor observado da variável taxa de hipertensão ou diabetes de todos os municípios do estado de Minas Gerais. Assim, ao calcular este índice, foi apresentada uma coluna para cada atributo estudado com as seguintes informações: o vetor dos desvios dos valores observados ( $Z$ ), o vetor de média ponderada local ( $WZ$ ), o índice de Moran local (Moran Index), e o valor da estatística  $p$  (LISASig). Para avaliar a significância do teste foram desenvolvidas 999 permutações.

Para a análise de padrão espacial foi proposto calcular o LISASig, a partir dos valores da correlação entre as taxas para cada uma das unidades sob estudo, a uma significância de 0,05. Uma vez determinada a significância da estatística de Moran (LISA) foi possível visualizar através dos mapas temáticos denominados LISASig.

Ainda relacionado à análise local foi proposto desenvolver os mapas denominados *BoxMap* para as taxas de prevalência de hipertensão e diabetes, ao longo dos anos estudados em Minas Gerais, em que cada município foi classificado conforme sua posição em relação aos quadrantes do gráfico de espalhamento de Moran, recebendo uma cor correspondente no mapa gerado.

Para a identificação das áreas de maior, menor e intermediária de taxa de prevalência de hipertensão ou de diabetes, foram elaborados os mapas a partir dos resultados do índice de Moran local (*BoxMap*). Para o quadrante 1 (Q1 +/+), municípios com altas taxas de prevalência e vizinhos também com altas taxas de prevalência, representado pela cor vermelho; quadrante 2 (Q2 -/-), municípios com baixas taxas de prevalência e vizinhos também com baixas taxas de prevalência, representado pela cor azul; quadrante 3 (Q3 +/), municípios com altas taxas de prevalência e vizinhos com baixas taxas de prevalência, representado pela cor amarelo; quadrante 4 (Q4 -/+), municípios com baixas taxas de prevalência e vizinhos com altas taxas de prevalência, representado pela cor verde. Em Q1 e Q2, a associação espacial é positiva (municípios e seus vizinhos com valores semelhantes), por outro lado, em Q3 e Q4, a associação é negativa (municípios e seus vizinhos com valores diferentes).

### 2.2.2 Detecção de *clusters* espaço-temporal

Com a finalidade de localizar áreas de risco ou críticas para os casos de hipertensos e diabéticos verificados no estado de Minas Gerais, foi realizada a análise de detecção de *clusters* espaço-temporal, em que considerou-se a variável taxa de prevalência de hipertensão arterial e taxa de prevalência de diabetes *mellitus*, referente ao período do estudo.

Cabe ressaltar que a extensão da estatística Scan de Kulldorff (1997) do espaço para o espaço-tempo ocorreu através da ampliação da estatística de varredura com formato circular para um formato cilíndrico, onde a base circular refere-se à dimensão geográfica e a altura refere-se ao intervalo de tempo. Desta forma, os cálculos realizados em Kulldorff (1997) foram replicados em Kulldorff et al. (1998), porém, onde havia uma janela circular, agora obtém-se uma janela de formato cilíndrico, que irá varrer a região de estudo no espaço e no tempo.

Neste estudo, os eventos foram agregados por área e pelo intervalo de tempo (2002 - 2012), sendo o *cluster* um conjunto conexo de regiões do mapa onde o risco de ocorrência de tais eventos é elevado.

Para estas análises utilizou-se o software "Software for the Spatial and Space – Time Scan Statistics (SaTScan)" versão 9.2 (Kulldorff, 2013). Os dados de entrada referentes à análise espaço-temporal foram os seguintes: taxa de prevalência de hipertensão ou de diabetes de todos os 853 municípios e dados georreferenciados dos centroides dos municípios.

O tipo de análise espaço-temporal realizada foi à retrospectiva e o modelo probabilístico utilizado foi o de Poisson, sob hipótese nula de que as taxas de prevalência de hipertensão ou diabetes, foram distribuídas segundo uma Poisson com risco constante no espaço e no tempo e sob hipótese alternativa em que o risco seja distinto dentro e fora de pelo menos um cilindro. Foram utilizadas 999 permutações.

Os mapas que apresentaram o *cluster* mais verossímil detectado pela estatística *Scan* espaço-temporal foram apresentados no formato *shapefile* (IBGE) contendo todos os municípios do estudo.

### 3 Resultados e discussão

#### 3.1 Hipertensão

A distribuição espacial da taxa de prevalência de hipertensão arterial dos municípios de Minas Gerais, para cada ano estudado, pode ser observada, por meio dos mapas por quintil, na Figura 1.

O território foi analisado de forma exploratória, com o objetivo de verificar a ocorrência de um padrão de distribuição espacial para o agravo à saúde dado pela hipertensão arterial. Assim, ao visualizar a distribuição espacial da taxa da prevalência anual da hipertensão, Figura 1, percebe-se que aqueles municípios situados no sul do estado apresentaram as maiores taxas para as classificações alta e muito alta. Já os municípios que se situavam ao norte do estado apresentaram as menores taxas de prevalência para o período analisado. Cabe ressaltar também, que a maior abrangência de municípios com maiores taxas de prevalência de hipertensão são apresentados nos últimos anos avaliados.

Almeida (2011) e Oliveira et al. (2012) considerando a prevalência de hipertensão entre homens e mulheres com mais de 50 anos em Minas Gerais no período entre 2002 a 2011, apresentaram resultados que corroboram a estes.

As técnicas de análise espacial, utilizadas neste estudo, permitiram identificar que o padrão de distribuição espacial das taxas de hipertensão não ocorre de forma aleatória, ou seja, agrupamentos de taxas similares são percebidos, distinguindo taxas altas no sul e taxas baixas no norte.

A apresentação da distribuição espacial destes casos pode ser interpretada pelas características e estilo de vida da população, como apresentado por Paula et al. (2013), que destacam a relação do perfil de doenças crônicas da população mundial com o avanço tecnológico, que concorre para o desenvolvimento de uma sociedade sedentária e obesa, aumentando a ocorrência de doenças crônicas, como hipertensão. Kearney et al. (2005) afirmam que a prevalência de hipertensão é maior em países desenvolvidos do que em países em desenvolvimento, mas a população de países em desenvolvimento, também contribui para o número total de indivíduos hipertensos no mundo.

Ao se comparar visualmente os mapas de distribuição espacial das taxas de prevalência de hipertensão com aqueles de média móvel local (Figura 2) de todos os anos avaliados, foi possível perceber que a média móvel local forneceu um alisamento na distribuição espacial da prevalência de hipertensão e contribuiu para a identificação do padrão espacial de valores altos desta taxa nas regiões sul do estado e taxas baixas no norte do estado durante o período analisado.

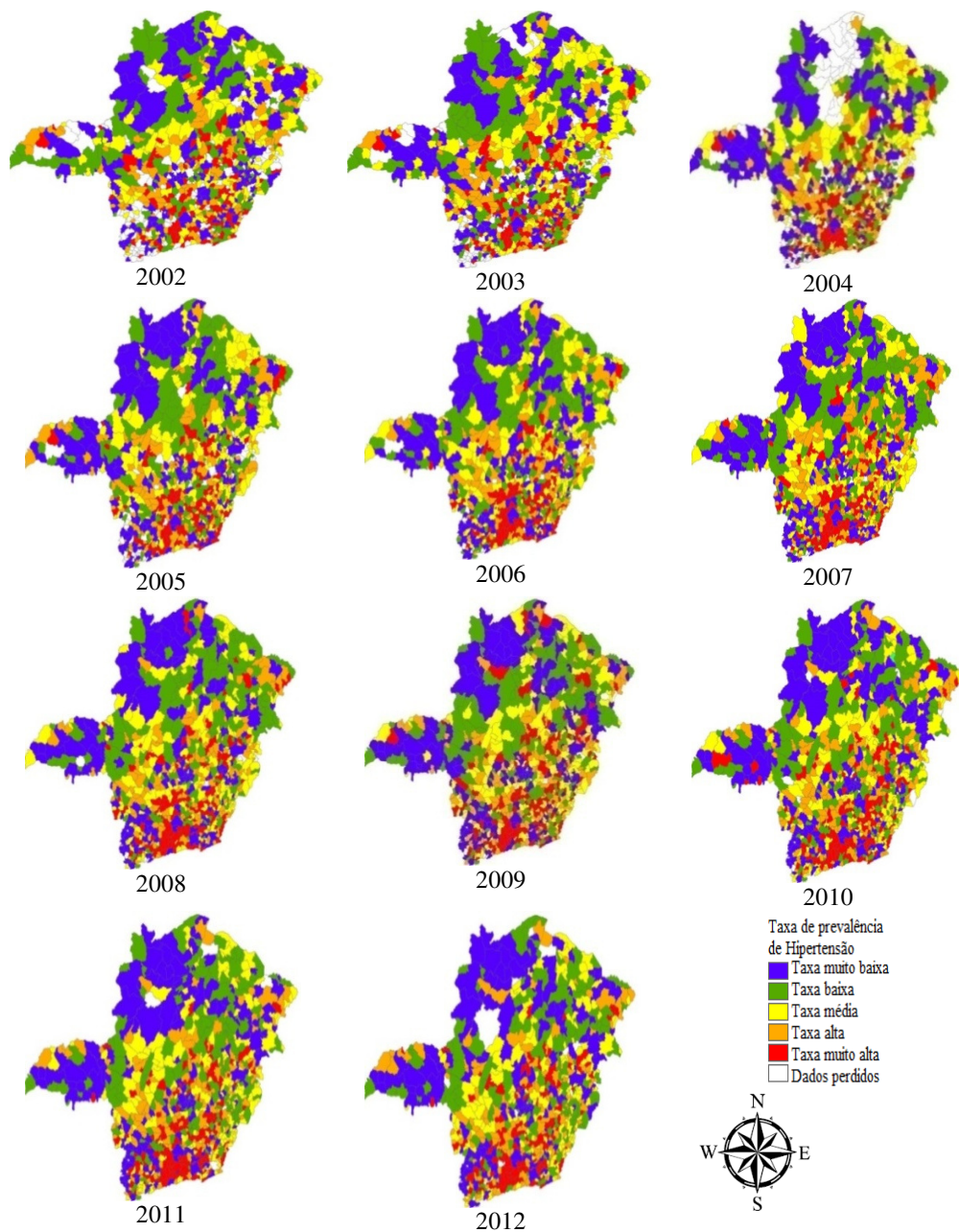


Figura 1 - Mapas de distribuição espacial da taxa de prevalência de hipertensão arterial referente ao período de 2002 a 2012 no estado Minas Gerais.



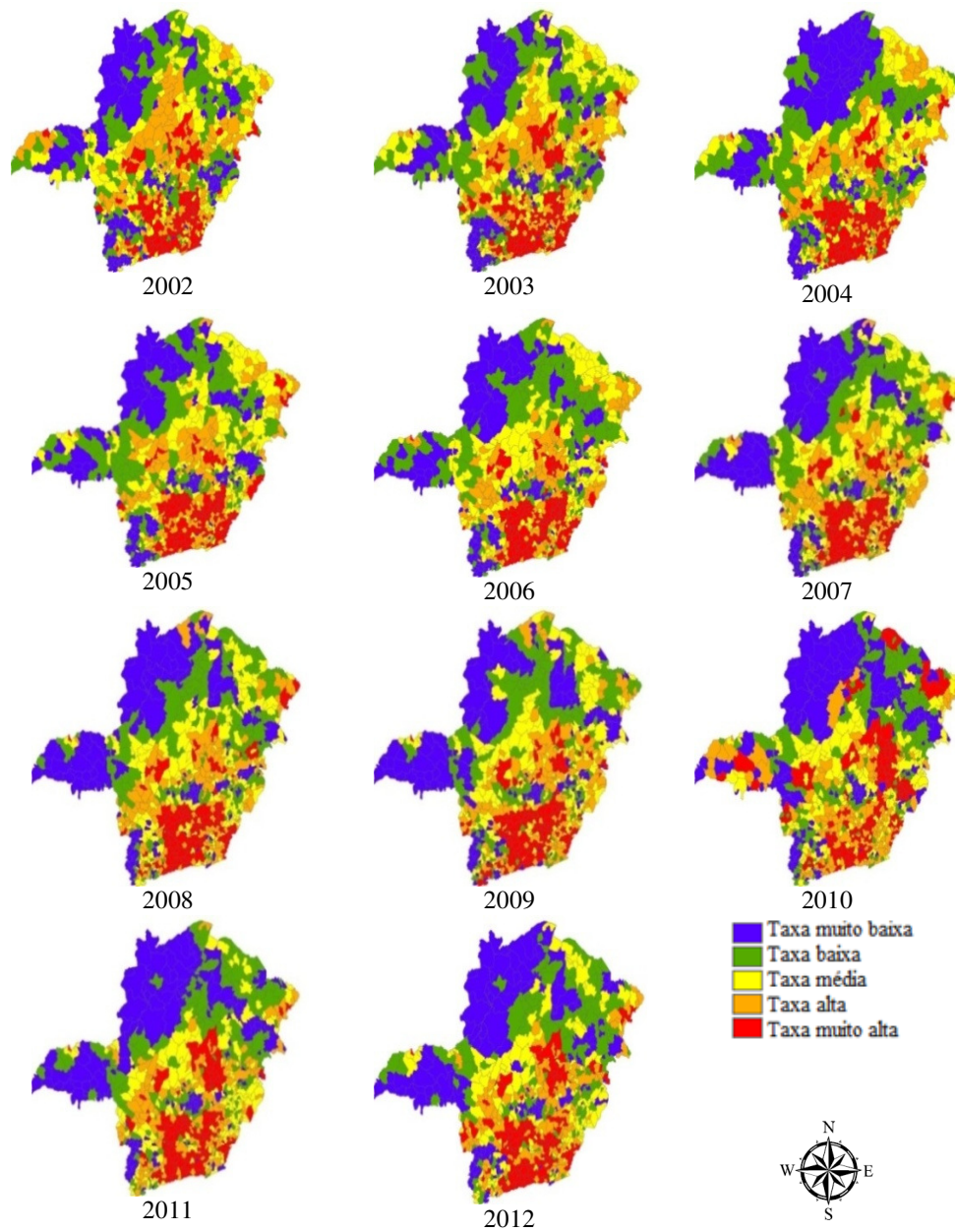


Figura 2 - Mapas da Média Móvel Local da variável taxa de prevalência de hipertensão arterial referente ao período de 2002 a 2012.

Em ADA (Análise de dados de Área) é fundamental obter um indicador da autocorrelação espacial global, o que pode ser conseguido com o Índice de Moran Global, que foi calculado para cada ano estudado, levando em consideração as taxas de prevalência de hipertensão de todos os municípios, conforme Tabela 1.

Tabela 1 - Índice de Moran Global das taxas de prevalência de hipertensão arterial dos indivíduos maiores de 15 anos de idade do estado de Minas Gerais, período de 2002 a 2012.

<b>Anos avaliados</b>	<b><i>I</i></b>	<b>p - valor</b>
2002	0,1802	0,001
2003	0,2017	0,001
2004	0,2711	0,001
2005	0,2586	0,001
2006	0,2650	0,001
2007	0,2504	0,001
2008	0,2148	0,001
2009	0,1585	0,001
2010	0,0690	0,002
2011	0,2396	0,001
2012	0,2394	0,001

Com relação ao Índice de Moran Global, cabe ressaltar que foi realizado o teste de permutação aleatória, do nível de significância de *I* sob a hipótese nula, de ausência de autocorrelação espacial entre os municípios de Minas Gerais.

Ao observar os resultados, pode-se afirmar que a hipótese nula, de ausência de autocorrelação espacial entre os municípios, com relação à variável taxa de hipertensão, foi rejeitada ao nível de 1% de significância, mesmo diante de baixas estimativas como os anos 2002, 2009 e 2010. Como os valores de *I* foram positivos para todos os anos estudados e os testes foram significativos, pode-se assegurar que existe um padrão de dependência espacial de distribuição da taxa de hipertensão em Minas Gerais. Assim, verifica-se autocorrelação espacial direta entre os municípios, ou seja, a taxa de hipertensão de um município tende a ser mais semelhante ao município vizinho, do que ao município mais distante. Esta situação foi detectada em todo o período do estudo e cabe ressaltar que os hábitos de vida culturais, assim como o cenário econômico contribui com a divisão de áreas em atividades alta e baixas, o que permite refletir em formas de bens e serviços trocados entre pequenas e grandes regiões (Bailey e Gatrell, 1995).

Corroborando com estes resultados, cita-se um estudo, que utilizou técnicas de análises espaciais, que foi desenvolvido no Vale do Paraíba, entre 2004 e 2005, relacionado à doença do coração, e também apresentou autocorrelação espacial positiva significativa (Soares; Nascimento, 2009). Resultados semelhantes foram apresentados por Silva (2012) que analisou a distribuição espacial de hipertensão num estudo de caso das unidades de Saúde Familiar do ACES Espinho Gaia, apresentado autocorrelação espacial positiva.

Resultados diferentes foram apresentados em uma análise da distribuição espacial da mortalidade por doenças cardiovasculares na população de 30-79 anos no Estado do Paraná, entre os períodos de 1989 – 1991 e 2006 – 2008, em que ao avaliar a autocorrelação, verificou-se que não houve dependência espacial para a taxa de mortalidade por doença cardiovascular (Muller et al. 2012). Resultados semelhantes a estes, foram apresentados num estudo sobre a mortalidade por doença do coração em idosos, realizado no Rio de Janeiro, que também não encontrou autocorrelação espacial das taxas de mortalidade por doença do coração (Perissé; Medronho; Escosteguy, 2010).

O Índice de Moran Global fornece um único valor como medida da associação espacial para todo o conjunto de dados de área, porém torna-se necessário avaliar padrões espaciais numa escala de maior detalhe, sendo utilizado índices de associação espacial às diferentes localizações, permitindo identificar agrupamentos.

Desta forma, foi realizado a análise de autocorrelação espacial local, por meio do *LISASig* e *BoxMap* para as taxas de prevalência de hipertensão, ao longo dos anos estudados em Minas Gerais.

Verifica-se por meio da análise *LISASig* que regiões de p-valor maior que 0.05, não apresentam autocorrelação espacial significativa e as demais regiões apresentam significância (Figura 3). Assim, observa-se que ao longo dos anos (2002 – 2012), o número de municípios com LISA significativo aumentou, principalmente na região noroeste do estado, que apresentou significância em todos os anos, ou seja, os municípios situados nesta região exercem influência, em relação a variável estudada.

Com relação à análise *LISASig* foi possível identificar que ao longo dos anos estudados houve um aumento do número dos municípios com LISA significativo e ao comparar com a taxa média de hipertensão arterial, identificou-se o aumento do número de municípios com taxas médias de prevalência de hipertensão muito altas e altas e consequentemente redução do número de municípios com taxas médias de prevalência de hipertensão baixas e muito baixas, conforme apresentado na Tabela 2. Porém cabe ressaltar que durante a pesquisa houve uma importante ausência de dados referente ao número de casos de alguns municípios de Minas Gerais nos anos 2008, 2009 e 2010, fato que possa explicar a queda do número de municípios, nos respectivos anos, com taxa média de hipertensão muito alta e alta.

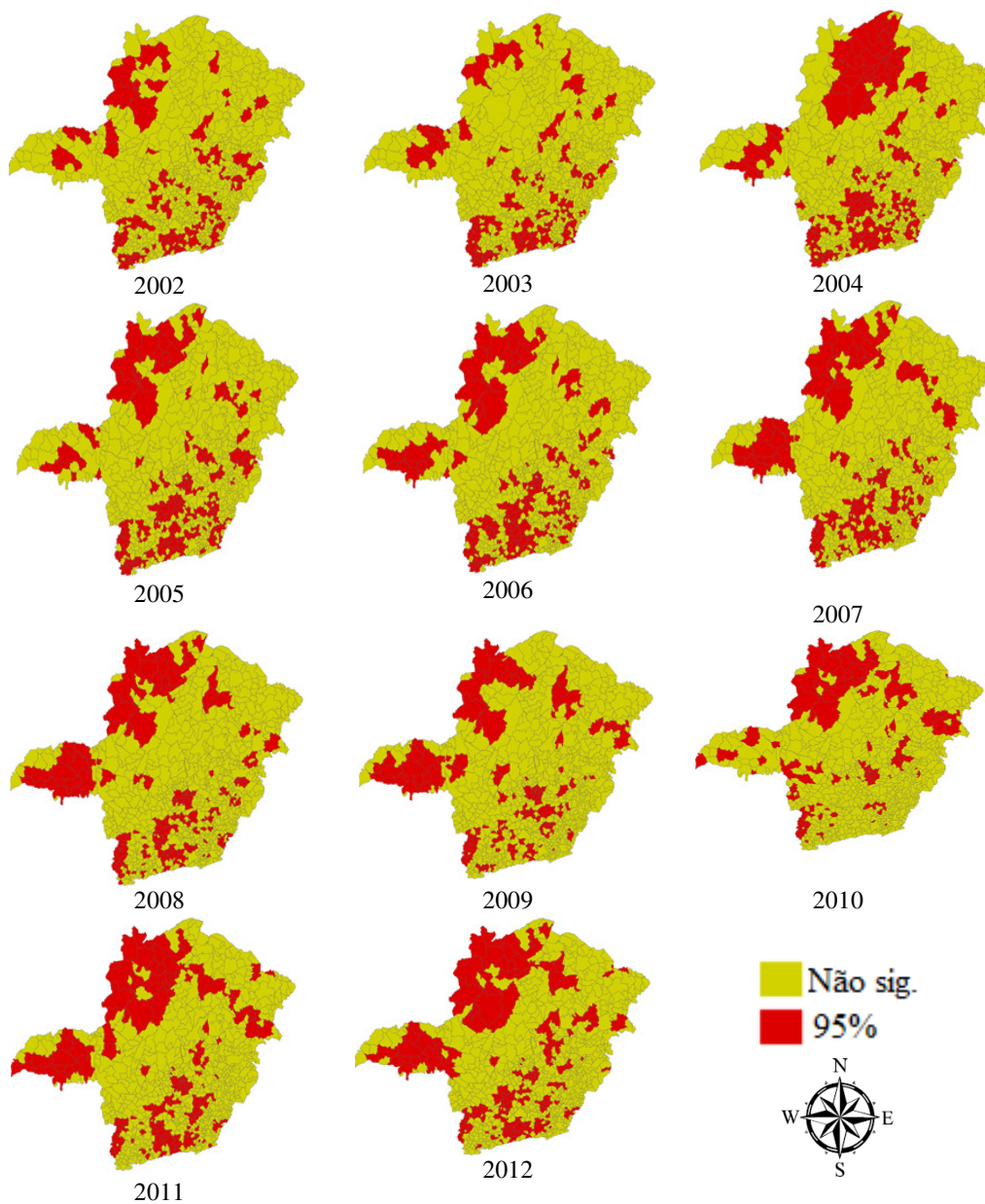


Figura 3 - Mapas dos clusters do Índice de Moran Local – *LISA*<sub>Sig</sub>, Minas Gerais, prevalência de hipertensão arterial referente ao período de 2002 a 2012.

Tabela 2 - Total de municípios com *LISA* significativo e total de municípios com taxas médias de hipertensão muito alta e alta para indivíduos maiores de 15 anos de idade do estado de Minas Gerais, período de 2002 a 2012.

	Total de municípios <i>LISA</i> Significativo	Nº municípios com taxa média de hipertensão muito alta e alta
2002	159	105
2003	165	148
2004	211	152
2005	226	226
2006	222	285
2007	210	295
2008	192	81
2009	164	14
2010	140	43
2011	201	382
2012	199	418

Em seguida, propondo ainda detalhar o Índice de Moran Global foram construídos os mapas de *Box Map* para as taxas de prevalência da hipertensão, para cada ano estudado, conforme apresentado na Figura 4. Em que observa-se os aglomerados dos municípios para o Índice de Moran Local – *Box Map*, em que os municípios com classificação 1 (vermelho) apresentam taxas de prevalência altas sendo vizinhos de municípios com taxas altas, já os municípios com classificação 2 (azul) apresentam taxas baixas sendo vizinhos de municípios com taxas baixas, aqueles que possui a classificação 3 (amarelo) e 4 (verde) apresentam taxas altas ou baixas e os municípios vizinhos apresentam taxas diferentes, baixas ou altas respectivamente.

Esta estatística permite comparar o valor das taxas de prevalência de cada município com seus vizinhos, indicando autocorrelação espacial local, ou seja, o grau de similaridade entre os vizinhos. Desta forma, verifica-se (Figura 4) que a maior parte dos municípios de Minas Gerais estão localizados nos quadrantes alto – alto (vermelho - 29%) e baixo – baixo (azul - 32%), em todos os períodos. Estes resultados estão de acordo com o Índice de Moran global calculado, pois mostra que a maioria dos municípios encontram-se nos quadrantes que representam a existência de autocorrelação espacial positiva.

Verifica-se por meio de uma diagonal traçada da parte sudoeste a noroeste do estado, que os municípios localizados na parte inferior da diagonal, estão situados nos quadrantes alto – alto e aqueles das regiões superior a diagonal estão localizados nos quadrantes baixo – baixo, comprovando a existência de autocorrelação espacial positiva, ou seja, percebe-se que pelo *Box Map*, existe similaridade entre os municípios com taxas altas de prevalência de hipertensão, localizados na porção inferior da diagonal do mapa e similaridade entre os municípios com taxas baixas de prevalência de hipertensão, localizados na porção superior do mapa. Corroborando a estes resultados, Almeida (2011) e Oliveira et al. (2012) utilizando técnicas de análises espaciais e considerando a prevalência de hipertensão entre homens e mulheres com mais de 50 anos em Minas Gerais entre 2002 a 2011, verificaram que as maiores taxas de prevalência da doença apareceram na região sudoeste do mapa.

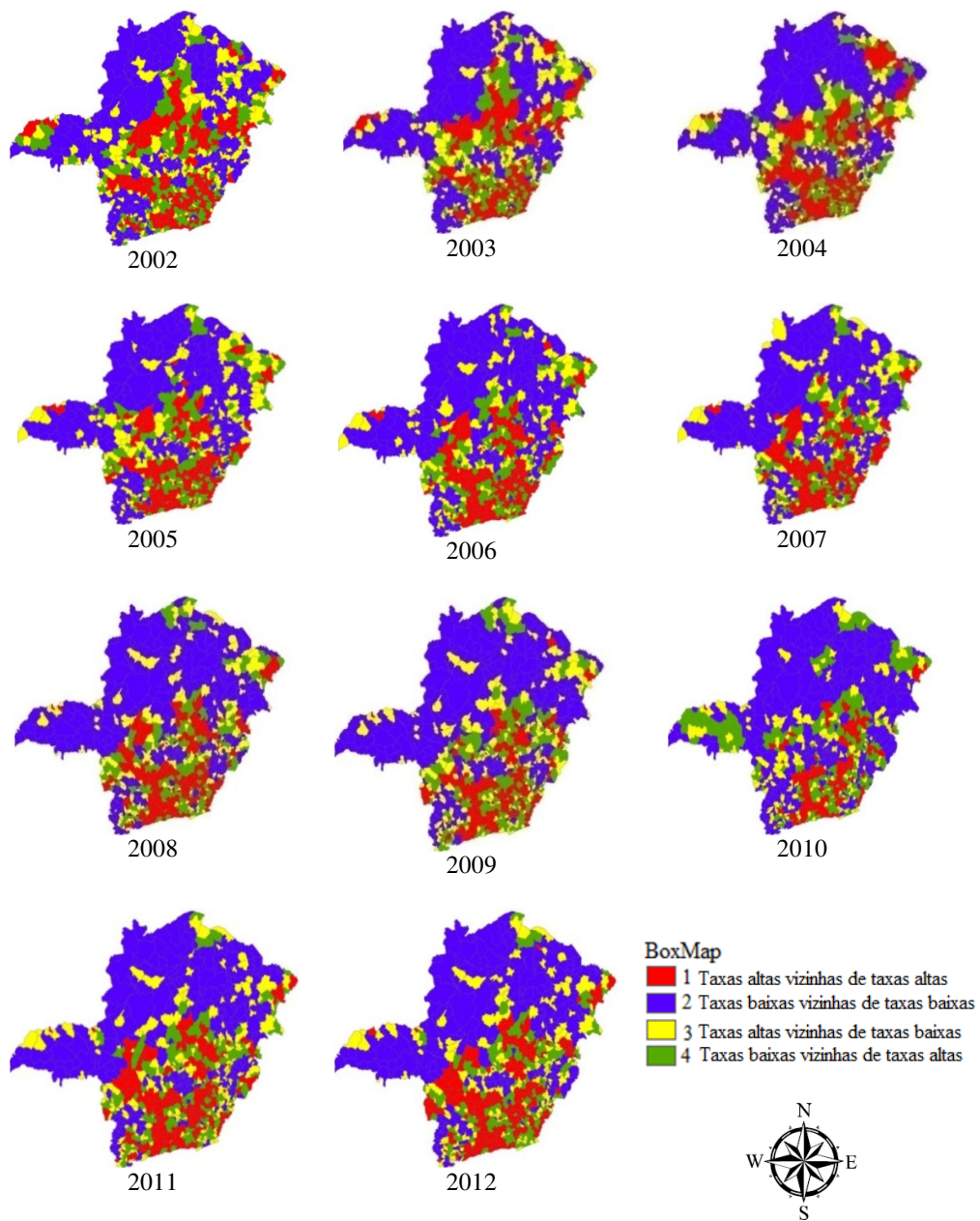


Figura 4 - Mapas dos *clusters* do Índice de Moran Local – *Box Map*, Minas Gerais, prevalência de hipertensão arterial referente ao período de 2002 a 2012.

Uma aplicação desse resultado é a geração de decisões baseada nesta análise, ou seja, priorizar o agrupamento de municípios de altas taxas de prevalência de hipertensão vizinhos de municípios com o mesmo comportamento, como a região prioritária de controle da hipertensão, já que a Sociedade Brasileira de Cardiologia (2010) afirma que as taxas de controle da hipertensão são baixas. Logo, pode-se utilizar esta ferramenta para selecionar os principais locais com taxas altas, na tentativa de propor ações de controle, bem como monitorar as regiões que apresentam taxas baixas.

Em relação à estatística Scan espaço-temporal, pode-se observar o *cluster* mais verossímil encontrado, referente às taxas de prevalência de hipertensão (Figura 5), sendo identificado um *cluster* significativo que persistiu no espaço e no tempo, sendo localizado no sul do estado, entre os anos de 2002 a 2012, e tal localização apresenta as taxas mais altas de prevalência de hipertensão, caracterizando a área de risco para esta variável.



Figura 5 - Mapa do *cluster* primário mais verossímil da Estatística Scan espaço-temporal, Minas Gerais, taxa de prevalência de hipertensão arterial referente ao período de 2002 a 2012.

Ao comparar estes resultados àqueles encontrados por meio do *Box Map*, verifica-se um comportamento similar, em que em ambas as metodologias, o *cluster* encontra-se no sul do estado, apontando este local como a região crítica.

Corroborando a estes resultados, Almeida (2011) e Oliveira et al. (2012) utilizando técnicas de estatística espacial Scan circular e considerando a prevalência de hipertensão entre 2002 a 2011, encontraram também o *cluster* mais verossímil na região sul de Minas Gerais.

Cardim et al. (2011), também aplicaram a estatística espacial Scan espaço-temporal para a identificação de áreas de risco de esquistossomose mansônica no município de Lauro de Freitas na Bahia (2006 – 2008) e identificou *cluster* significativo, podendo inferir que a aplicação desta metodologia é necessária no campo da saúde e em diferentes vertentes, pois Sousa (2012) também aplicou esta técnica, com a finalidade de priorizar os

municípios no estado da Paraíba, por meio da identificação de *cluster* para os casos de AIDS (2000 – 2010), sendo possível visualizar as áreas cujos conglomerados persistiram.

Desta forma, cabe ressaltar que a aplicação das análises espaciais vem se consolidando na área da saúde pública por se distinguirem das demais técnicas empregadas em análise estatística, possibilitando a identificação de áreas de risco e grupos prioritários para as intervenções.

### 3.2 Diabetes

A descrição do perfil da distribuição espacial da taxa de prevalência de diabetes dos municípios de Minas Gerais, para cada ano estudado, pode ser observada na Figura 6, por meio dos mapas que foram construídos por quintil, como parâmetro de agrupamento.

Verifica-se que as maiores taxas de prevalência de diabetes *mellitus* caracterizadas como alta e muito alta, aparecem com maior frequência na região sul do estado e ao longo do período estudado. É possível verificar também que os municípios situados ao norte de Minas Gerais, possuem taxas muito baixas e baixas de prevalência de diabetes (Figura 6).

Corroborando a estes resultados, em pesquisa realizada utilizando técnicas de análises espaciais e a prevalência de diabetes entre homens e mulheres com mais de 45 anos em Minas Gerais entre 2002 a 2011, verificaram que as maiores taxas de prevalência de diabetes apareceram na região sudoeste do mapa (Almeida, 2011; Oliveira et al. 2012).

A distribuição espacial das taxas de prevalência de diabetes em Minas Gerais se assemelha à distribuição da prevalência de hipertensão, esta ocorrência pode ser justificada pelo fato de que estas doenças apresentam características em comum, pois são classificadas como doenças crônicas não transmissíveis, multifatoriais, com influência de diversos fatores comportamentais, ambientais, complicações cardiovasculares e metabólicas, como o diabetes (Mazaro et al., 2011). Paula et al. (2013) apresentam também outras características que se relacionam com estas doenças, como o estilo de vida da população, dietas hipercalóricas, sobrepeso e obesidade, contribuindo para o aumento da prevalência da hipertensão e diabetes. Outra particularidade a ser considerada é a coexistência entre essas doenças, pois a elevação da insulina pode elevar a pressão arterial pela ativação do sistema nervoso simpático, retenção de sódio, dentre outros, permitindo manter o estado hipertensivo do indivíduo (Andrade, 2010; Milagres, 2001).

Com base na visualização da distribuição espacial da taxa de prevalência de diabetes, é possível destacar que as técnicas de análise espacial permitiram identificar que o padrão espacial de distribuição espacial das taxas de diabetes também não ocorre de forma aleatória, ou seja, agrupamentos de taxas similares são observados (Figura 6).

Após identificar a distribuição espacial dos casos de diabetes em Minas Gerais, foram construídos por quintil os mapas de média móvel local da variável diabetes de todos os anos estudados e comparados visualmente com os mapas de distribuição espacial das taxas de prevalência de diabetes, com a finalidade de tentar reduzir a variabilidade espacial e identificar possíveis padrões espaciais (Figura 7).



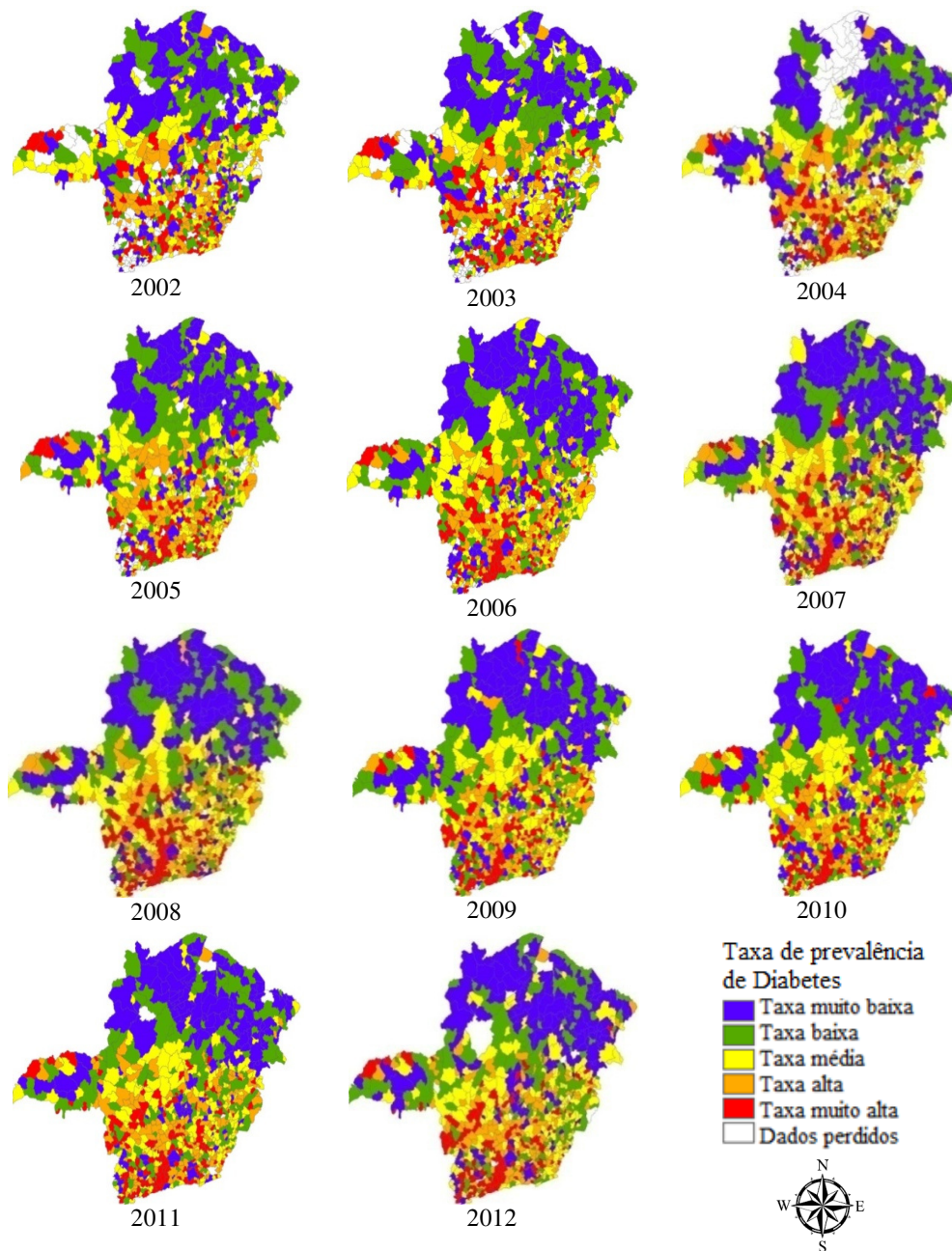


Figura 6 - Mapas de distribuição espacial da taxa de prevalência de diabetes *mellitus* referente ao período de 2002 a 2012 no estado Minas Gerais.

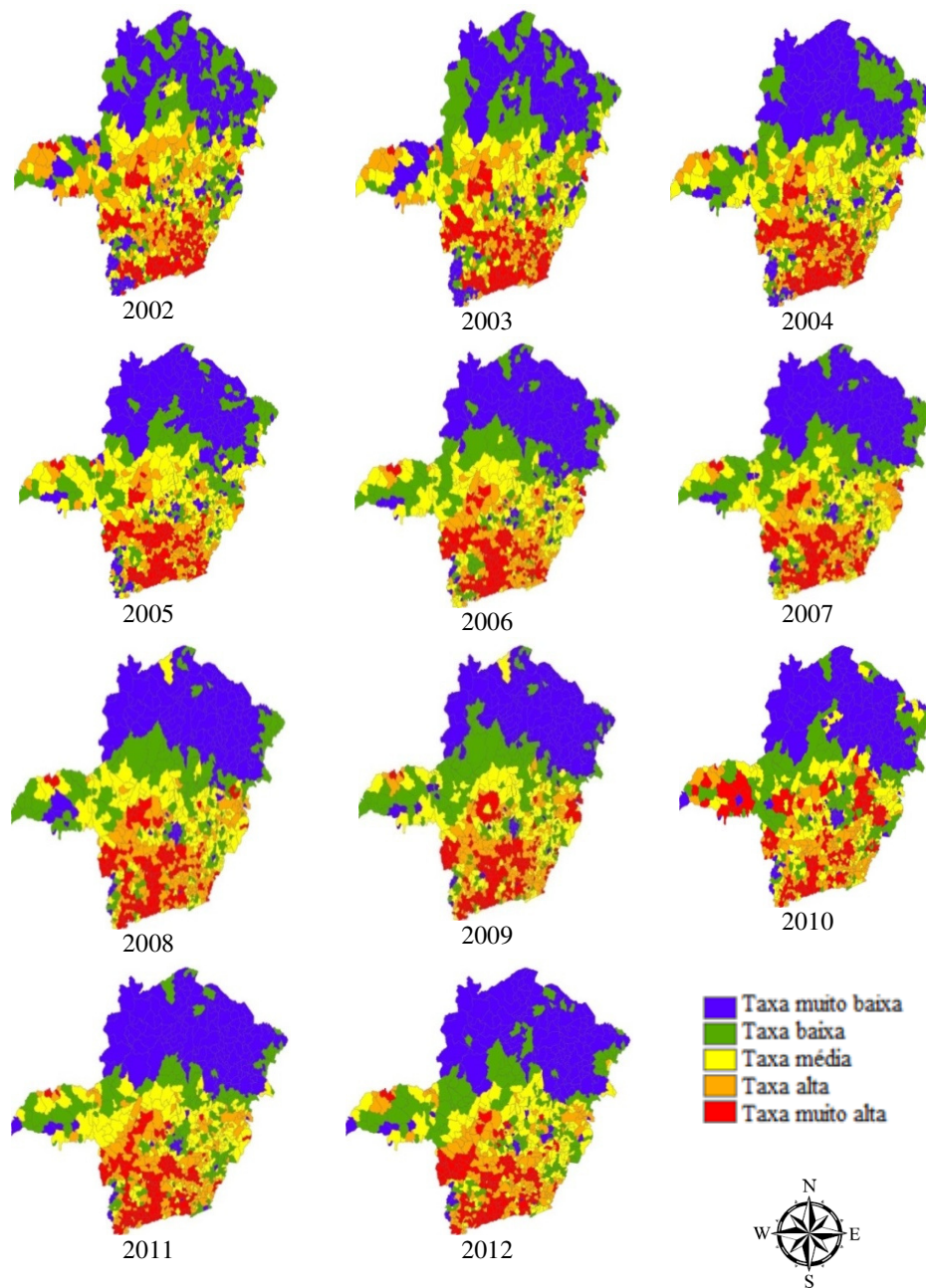


Figura 7 - Mapas da Média Móvel Local da variável taxa de prevalência de diabetes *mellitus* referente ao período de 2002 a 2012.

É possível observar, ao comparar os mapas, que a média móvel local forneceu um alisamento na distribuição espacial da prevalência de diabetes e contribuiu para a identificação do padrão espacial de valores altos desta taxa nas regiões sul e taxas baixas no norte, durante o período analisado.

Ainda sobre a média móvel local, ao visualizar a distribuição espacial das taxas de prevalência de diabetes no ano de 2004, observa-se uma região no norte do estado com dados perdidos e ao aplicar a técnica da média móvel local, percebe-se que houve um alisamento na distribuição espacial destes dados, o que contribui para validação de tal técnica.

Obter um indicador da autocorrelação espacial global, torna-se necessário em ADA, que pode ser desenvolvido por meio do Índice de Moran Global, sendo que para a taxa de prevalência de diabetes, foi calculado para todos os anos estudados, conforme Tabela 3.

Tabela 3 - Índice de Moran Global das taxas de prevalência de diabetes *mellitus* dos indivíduos maiores de 15 anos de idade do estado de Minas Gerais, período de 2002 a 2012.

Anos avaliados	<i>I</i>	p - valor
2002	0,2054	0,001
2003	0,2307	0,001
2004	0,2815	0,001
2005	0,2940	0,001
2006	0,3204	0,001
2007	0,3332	0,001
2008	0,3199	0,001
2009	0,2496	0,001
2010	0,1196	0,001
2011	0,3415	0,001
2012	0,3453	0,001

Analisando os valores, desconfia-se que os mesmos são baixos para concluir se houve, ou não, autocorrelação espacial positiva, entretanto foi realizado o teste de permutação aleatória do nível de significância de *I*, sob a hipótese nula de ausência de autocorrelação espacial entre os municípios de Minas Gerais. Assim, com base nos resultados obtidos, pode-se afirmar que a hipótese nula de ausência de autocorrelação espacial entre os municípios, em relação à taxa de prevalência de diabetes, foi rejeitada ao nível de 1% de significância.

Como os valores de *I* foram positivos para todos os anos estudados e os testes foram significativos, pode-se afirmar que existe um padrão de dependência espacial da distribuição de diabetes em Minas Gerais, apresentando autocorrelação espacial positiva entre os municípios, ou seja, a taxa de diabetes de um município tende a ser mais

semelhante ao município vizinho, do que ao município mais distante, situação observada em todo o período do estudo.

Corroborando com estes resultados, cita-se a análise de distribuição espacial de diabetes, realizada no ACES Espinho Gaia em que também apresentou autocorrelação espacial positiva (Silva, 2012).

Resultados diferentes foram apresentados em uma análise da distribuição espacial de idosos segundo características de prevalência de diabetes, entre 2001 e 2002, nas cidades de Botucatu, Campinas e zona oeste da cidade de São Paulo, em que ao avaliar a autocorrelação, verificou-se que não houve dependência espacial global para diabetes (Campos et al., 2009).

O resultado de dependência espacial pode ser destacado em função das atividades econômicas que contribuem com a divisão das áreas em atividades alta e baixas, o que repercute em bens e serviços trocados entre pequenas e grandes regiões (Bailey e Gatrell, 1995).

Em seguida, com o objetivo de avaliar padrões espaciais numa escala de maiores detalhes, foram utilizados os índices de associação espacial às diferentes localizações, permitindo identificar aglomerados.

Desta forma, por meio do *LISASig* e *BoxMap* para as taxas de prevalência de diabetes, foi realizado a análise de autocorrelação espacial local, referente aos anos estudados e em relação aos municípios de Minas Gerais.

Por meio da análise *LISASig*, verifica-se que regiões de p-valor maior que 0,05, não apresentam autocorrelação espacial significativa e as demais regiões apresentam significância, indicando a existência de autocorrelação espacial local (Figura 8).

Observa-se que o número de municípios, ao longo do período avaliado, com LISA significativo aumentou, sobretudo na região norte do estado, apresentando significância em todos os anos, ou seja, há influência dos municípios localizados nesta região.

Cabe ressaltar também que predomina a não significância numa região central, sentido Leste-Oeste, mantendo-se presente em cada ano avaliado, ou seja, esta região não apresenta autocorrelação espacial significativa.

Foi possível identificar, com base na análise *LISASig* que ao longo dos anos estudados houve um aumento do número dos municípios com LISA significativo e ao comparar com a taxa média de diabetes, identificou-se que, com o avançar dos anos aumentou o número de municípios com taxas médias de prevalência de diabetes muito altas e altas e conseqüentemente redução do número de municípios com taxas médias de prevalência de diabetes baixas e muito baixas, conforme apresentado na Tabela 4, porém cabe afirmar que durante a pesquisa foram encontradas dificuldades em conseguir banco de dados com informações de número de casos de todos os municípios de Minas Gerais, principalmente dos anos 2009 e 2010, apresentando apenas 30 e 45 municípios com taxa média de diabetes muito alta e alta, respectivamente.

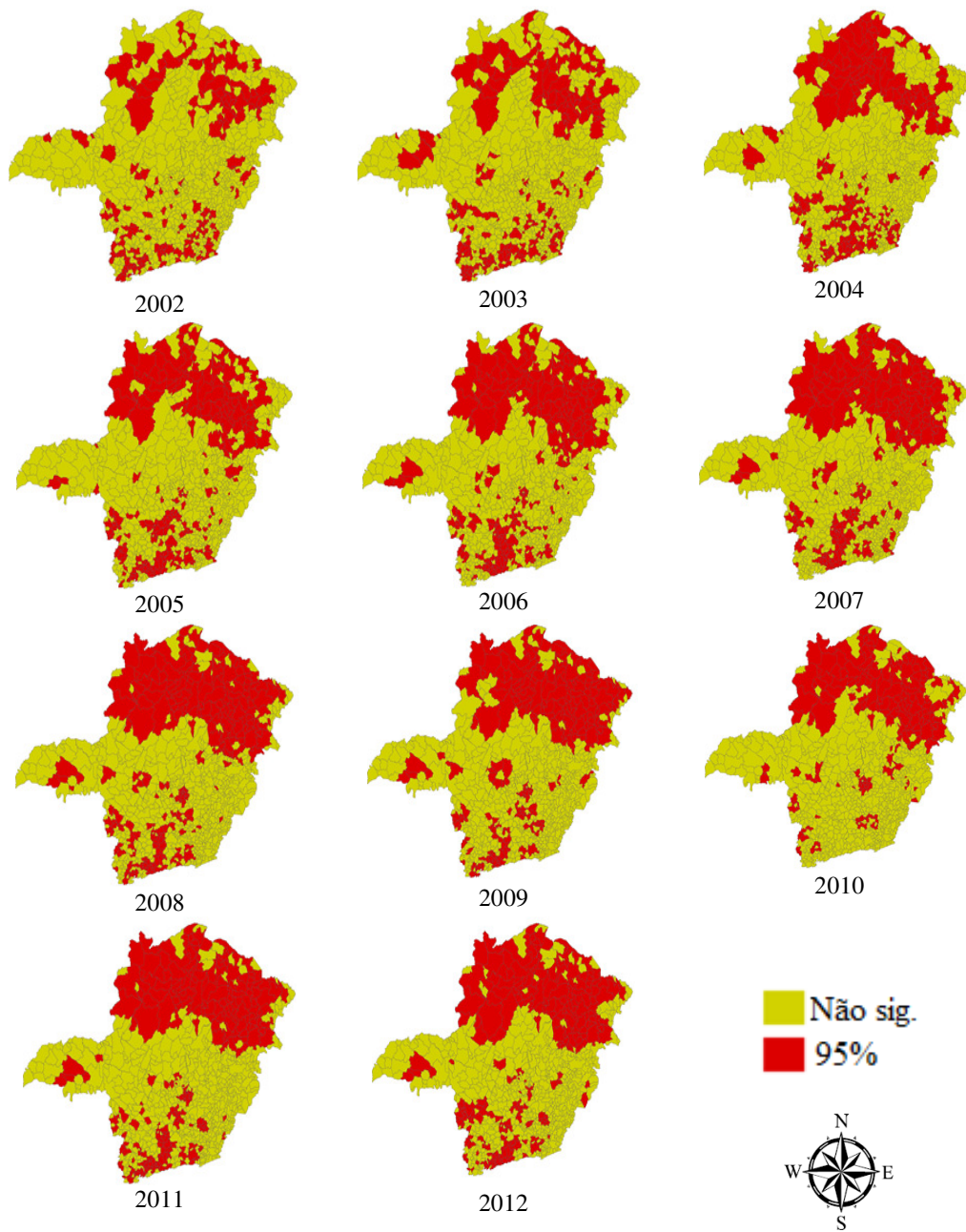


Figura 8 - Mapas dos *clusters* do Índice de Moran Local – *LISA**Sig*, Minas Gerais, prevalência de diabetes *mellitus* referente ao período de 2002 a 2012.

Tabela 4: Total de municípios com *LISA* significativo e total de municípios com taxas médias de diabetes *mellitus* muito alta e alta dos indivíduos maiores de 15 anos de idade do estado de Minas Gerais, período de 2002 a 2012.

	Total de municípios <i>LISA</i> Significativo	Nº municípios com taxa média de diabetes muito alta e alta
2002	172	64
2003	196	147
2004	227	139
2005	234	195
2006	253	191
2007	264	184
2008	255	232
2009	245	30
2010	194	45
2011	255	322
2012	258	330

Ainda com a finalidade de visualizar a autocorrelação existente entre os municípios de Minas Gerais, foram construídos os mapas de *Box Map* para as taxas de prevalência de diabetes para cada ano avaliado (Figura 9).

Ao avaliar a Figura 9, é possível identificar os agrupamentos dos municípios para os Índices de Moran Locais – *Box Map*, em que os municípios com classificação 1 (vermelho) apresentam taxas de prevalência altas sendo vizinhos de municípios com taxas altas, já os municípios com classificação 2 (azul) apresentam taxas baixas sendo vizinhos de municípios com taxas baixas, aqueles que possuem a classificação 3 (amarelo) e 4 (verde) apresentam taxas altas ou baixas e os municípios vizinhos apresentam taxas diferentes, baixas ou altas respectivamente.

Assim, é possível comparar o valor das taxas de prevalência de cada município com seus vizinhos, indicando autocorrelação espacial local, ou seja, o grau de similaridade entre os municípios vizinhos. Desta forma, verifica-se (Figura 9) que a maior parte dos municípios de Minas Gerais está localizada nos quadrantes alto – alto (vermelho - 29,6%) e baixo – baixo (azul - 39,6%), em todos os períodos. Estes resultados estão de acordo com o *I* de Moran global calculado, pois mostra que a maioria dos municípios encontra-se nos quadrantes que representam a existência de autocorrelação espacial positiva.



Figura 9 - Mapas dos *clusters* do Índice de Moran Local – *Box Map*, Minas Gerais, prevalência de diabetes *mellitus* referente ao período de 2002 a 2012.

Pode-se afirmar também, que os municípios localizados na região sul do mapa, estão localizados nos quadrantes alto – alto e aqueles das regiões norte estão localizados nos quadrantes baixo – baixo, comprovando a existência de autocorrelação espacial positiva, ou seja, percebe-se que pelo *Box Map*, existe similaridade entre os municípios com taxas altas de prevalência de diabetes, localizados no sul de Minas Gerais e similaridade entre os municípios com taxas baixas de prevalência de diabetes, localizados no norte de Minas Gerais.

Almeida (2011) e Oliveira et al. (2012) corroboram a estes resultados, aplicando técnicas de análise espacial, identificaram aglomerados de taxas altas de diabetes na parte sudoeste de Minas Gerais.

A identificação e ou conhecimento das regiões com taxas de prevalência de diabetes altas é de grande importância para melhorar o planejamento da assistência prestada pela equipe de saúde, assim também como conhecer as regiões com taxas baixas para efetivar o trabalho de controle, monitoramento da doença.

A caracterização da área crítica de prevalência de diabetes pode ser verificada conforme *cluster* mais verossímil encontrado (Figura 10).



Figura 10 - Mapa do *cluster* primário mais verossímil da Estatística Scan espaço-temporal, Minas Gerais, taxa de prevalência de diabetes *mellitus* referente ao período de 2002 a 2012.

Observa-se que foi localizado um *cluster* significativo, que localiza-se no sul do estado e apresenta as taxas mais altas de prevalência de diabetes *mellitus* em relação ao período de 2002 a 2012 e ao comparar estes resultados com aqueles apontados pelo Índice de Moran local, constata-se que o desempenho foi similar, pois em ambas as técnicas, a área de risco de prevalência de diabetes foi identificada no sul do estado.

Almeida (2011) e Oliveira et al. (2012) também aplicaram técnicas de identificação de *cluster* para a prevalência de diabetes, porém utilizaram a estatística Scan circular, e identificaram na região sul do estado o *cluster* mais verossímil.

Cabe ressaltar que a identificação de aglomerados de eventos em saúde torna-se necessário, principalmente para o planejamento de ações de intervenção, prevenção ou monitoramento das diferentes situações, como a utilização das técnicas Scan circular ou Scan espaço-temporal, que também foi utilizada por Ferreira (2012), identificando *cluster*



significativo para os casos de dengue (2007-2010) no município de Lavras – Minas Gerais, assim também como Lewkowicz (2013), que realizou a análise de *clusters* da sazonalidade de surtos de dengue nos municípios brasileiros (2007-2011), permitindo validar o uso desta técnica na área da saúde.

Diante desta perspectiva, pode-se apontar a importância das análises espaciais para as ações de saúde pública, pois uma das principais utilidades é a de detectar onde e quando ocorre um determinado fenômeno de saúde.

## Conclusões

Conclui-se que a distribuição espacial da taxa de prevalência de hipertensão arterial e de diabetes *mellitus* do estado de Minas Gerais, para os anos de 2002 a 2012, não ocorreu de forma aleatória. Em que, quanto ao padrão espacial, a média móvel local permitiu apresentar uma descrição espacial e identificação de agrupamentos, indicando áreas com maiores taxas, tanto para hipertensão como diabetes, principalmente no sul do estado, para cada ano avaliado.

Em termos de dependência espacial, constatou-se autocorrelação espacial positiva e significativa em termos globais, pelo índice de Moran global e teste de permutação aleatória, indicando similaridade entre os municípios para as variáveis taxa de hipertensão e diabetes em cada ano estudado.

Verificou-se também autocorrelação espacial em termos locais, pelo índice de Moran local e *Box Map*, apontando similaridade entre os municípios para as variáveis taxa de prevalência de hipertensão e de diabetes em cada ano, sendo que para ambas as variáveis, as maiores taxas se aglomeraram no sul do estado e as menores taxas no norte do estado. Identificou-se também, que os municípios com altas taxas são vizinhos daqueles que possuem altas taxas e que os municípios com taxas baixas são vizinhos daqueles que possuem taxas baixas, comportamento identificado tanto para hipertensão como para diabetes.

Observou-se também que a área de risco ou crítica de prevalência de hipertensão e diabetes, foi detectada por meio do *cluster* primário e encontrada no sul do estado, por meio da estatística Scan espaço-temporal.

Estudos posteriores poderão ser aplicados para ambas as variáveis, associando às características ou fatores de risco para as referidas doenças, por meio de modelos com efeitos espaciais globais e locais, bem como outros métodos de avaliação espacial, podendo ainda avaliar o comportamento pontual.

OLIVEIRA PINTO, E. S. ; SANTOS, G. R.; OLIVEIRA, F. L. P. Space-Time analysis applied to the occurrence of hypertension and diabetes in the municipalities of state of Minas Gerais. *Rev. Bras. Biom.*, São Paulo, v.32, n.2, p.238-266, 2014.

- **ABSTRACT:** *To evaluate the spatial and temporal distribution of hypertension and diabetes mellitus of Minas Gerais, between 2002-2012, we applied the techniques of spatial data analysis area, highlighting the moving average site, the autocorrelation coefficients of global and local content Moran. Moreover, were built thematic maps of spatial distribution of local autocorrelation (Box Map) and identification of the cluster, using the space-time scan statistic. It was found that spatial autocorrelation for both variables, among municipalities, which showed*

coefficients Moran (global) positive and significant for all years studied. It was possible to identify, by analyzing local grouping of municipalities in the southern part of the state with the highest prevalence rates of hypertension and diabetes also in all years studied. Also it was found that persisted cluster in space and time for both variables and is located in the southern state. We conclude that the space-time analysis to map and understand the distribution of rates of hypertension and diabetes in the state of Minas Gerais. Studies like this provide information to the local health services can select the main places with high rates in an attempt to propose actions.

- **KEYWORDS:** Spatial statistics; data area; spatial distribution; autocorrelation; Scan spatiotemporal.

## Referências

ALMEIDA, C. P. *Aplicação da função intensidade no delineamento de clusters de doenças no estado de Minas Gerais*. 2011. 59 p. Dissertação (Mestrado em Estatística), Instituto de Ciências Exatas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

ALVES JUNIOR, A. C. *Consolidando a rede de atenção às condições crônicas: experiência da rede hiperdia de Minas Gerais*. Brasília: Organização Pan-Americana de Saúde, 2011. p. 21.

ANDRADE, T. L. *Caracterização da associação entre diabetes mellitus e hipertensão arterial na atenção primária: estudo quantitativo no município de Jeceba-MG*. 47 p. Curso de especialização em Atenção Básica em Saúde da Família – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

BAILEY, T. C.; GATRELL, A. C. *Interactive spatial data analysis*. Essex, England: Longman Scientific, 1995. 413 p.

BRASIL, Ministério da Saúde. Departamento de Atenção Básica. Prevenção Clínica de Doença Cardiovascular, Cerebrovascular e Renal Crônica. *Cadernos de Atenção Básica*. n. 14. Série A. Normas e Manuais Técnicos. Brasília, 2006.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção Básica. *Hipertensão Arterial Sistêmica /Ministério da Saúde*. Secretaria de Atenção à Saúde/Departamento de Atenção Básica-Brasília. Ministério da Saúde, 2006. 192 p. il.- (Série a Normas e Manuais Técnicos – Cadernos de Atenção Básica. n. 15).

BRASIL; Ministério da Saúde; Secretaria de Vigilância em Saúde; Fundação Oswaldo Cruz. *Introdução à Estatística Espacial para a Saúde Pública*. Ministério da Saúde, Fundação Oswaldo Cruz; Simone M. Santos, Wayner V. Souza, organizadores – Brasília, Ministério da Saúde, 2007. 120p (Série B Textos Básicos de Saúde) (Série Capacitação e Atualização em Geoprocessamento em Saúde; 3).

CAMPOS, F. G. de; BARROZO, L. V.; RUIZ, T.; CESAR, C. L. G.; BARROS, M. B. A.; CARANDINA, L.; GOUDBAUM, M. Distribuição espacial dos idosos de um município de médio porte do interior paulista segundo características sócio-demográficas e de morbidade, *Cad. Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 25, n.1, p.77-86, 2009.

CARDIM, L. L.; FERRAUDO, A. S.; PACHECO, S. T. A.; REIS, R. B.; SILVA, M. M. N.; CARNEIRO, D. D. M. T.; BAVIA, M. E.; Análises espaciais na identificação das áreas de risco para a esquistossomose mansônica no município de Lauro de Freitas, Bahia, Brasil. *Cad. Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 27, n.5, p.899-908, 2011.

CAUMO, R. B.; *Estatística Espacial em dados de área: uma modelagem inteiramente bayesiana para o mapeamento de doenças aplicada à dados relacionados com a natalidade em mulheres jovens de Porto Alegre*. Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006. 87 p.

DATASUS. *Sistema de Informação de Atenção Básica Situação de Saúde Minas Gerais* Disponível em <<http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/deftohtm.exe?siab/cnv/ SIABSmg.def>> Acesso em: abr. 2013.

DATASUS. *TabWin* versão 3.6 Brasília, DF, 2010. Disponível em: <<http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php?area=040805>>. Acesso em: out. 2012.

DRUCK, S.; CARVALHO, M.S.; CÂMARA, G.; MONTEIRO, A.V.M. *Análise Espacial de Dados Geográficos*. Planautina, DF, EMBRAPA Cerrados, 2004. 209 p.

FERREIRA, L. M.; *Mapeamento dos casos de dengue na cidade de Lavras – MG, no período de 2007 – 2010*. 83p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Sistemas); Departamento de Engenharia de Sistemas, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.

HINO, P.; SANTOS, C. B.; VILLA, T. C. S. Spatial and temporal patterns of tuberculosis in the city of Ribeirão Preto, Brazil from 1998 to 2002. *J. Bras..Pneumol.*, São Paulo, v. 31, n.6, Dec. 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. *Censo demográfico 2010*. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/estadosat/perfil.php?sigla=mg>>. Acesso em: fev. 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. *Base cartográfica digital*. Disponível em <<http://www.mapas.ibge.gov.br>>. Acesso em: fev. 2013.

KEARNEY, P.M.; WHELTON, M.; REYNOLDS, K.; MUNTNER, P.; WHELTON, P.K.; *He J. Global burden of hypertension: analysis of worldwide data*. *Lancet*; v.365, p.217-23, 2005.

KREMPI, A. P. *Explorando recursos de estatística espacial para análise da acessibilidade na cidade de Bauru*. 2004. 82p. Dissertação (Mestrado em engenharia civil - Área: Transportes) - Universidade de São Paulo - USP, SP.

KULLDORFF, M., A spatial scan statistic. *Communications in Statistics – Theory and Methods*, v. 26, n. 6, 1997. p. 1481 – 1496.

KULLDORFF, M. Information Management Services, Inc: *SatScan v 9.2*, 2013: Software for the spatial and space-time scan statistics. Disponível em: <<http://www.satscan.org>>. Acesso em: 2013.

KULLDORFF, M., ATHAS, W. F., FEURER, E. J., MILLER, B. A., e KEY, C. R. Evaluating cluster alarms: a space-time scan statistic and brain cancer in los alamos, new mexico. *American Journal of Public Health*, v. 88, n.9:1377, 1998.

- KULLDORFF, M.; NAGARWALLA, N. Spatial disease cluster: detection and inference. *Statistics in Medicine*. v. 14, p. 799-810, 1995.
- LEWKOWICZ, R. *Detecção de cluster: uma análise de sazonalidade de surtos de dengue nos municípios do Brasil de 2007 a 2011*. Universidade de Brasília. Departamento de Estatística, Brasília, 2013. 58 p.
- MAZARO, I. A. R.; ZANOLLI, M. L. de; ANTONIO, M. A. R. G. M.; MORCILLO, A. M.; ZAMBON, M. P. Obesidade e fatores de risco cardiovascular em estudantes de Sorocaba, SP. *Rev. Assoc. Med. Bras.* v.57 n.6 p. 674-680: 2011.
- MENDES, E. V. *O cuidado das condições crônicas na atenção primária à saúde: o imperativo da consolidação da estratégia da saúde da família*. Brasília: Organização Pan-Americana da Saúde, 2012. 512 p.: il. Unidade Técnica de Gestão do Conhecimento e Comunicação da OPAS/OMS – Representação do Brasil.
- MILAGRES, R. Hipertensão arterial e diabetes mellitus. *Enciclopédia de saúde: Diabetes mellitus*. Rio de Janeiro: Médsi, 2001, v.1, n.3, p 445 – 462.
- MORAN, P.A.P., The interpretation of statistical maps. *J. Royal Stat. Society*, Series B, 10: 245-251, 1948.
- MULLER, E. V.; ARANHA, S. R. R.; ROZA, W. S. S. da; GIMENO, S. G. A. Distribuição espacial da mortalidade por doenças cardiovasculares no Estado do Paraná, Brasil: 1989-1991 e 2006-2008. *Cad. Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v.28 n.6 p.1067-1077, jun, 2012.
- OLIVEIRA, F. L. P.; CANÇADO, A. L. F.; DUCZMAL, L. H.; DUARTE, A. R. 2012. Assessing the Outline Uncertainty of Spatial Disease Clusters, *Public Health - Methodology, Environmental and Systems Issues*, Prof. Jay Maddock (Ed.), ISBN: 978-953-51-0641-8, In Tech, DOI: 10.5772/36209. Available from: <<http://www.intechopen.com/books/public-health-methodology-environmental-and-systems-issues/assessing-the-outline-uncertainty-of-spatial-disease-clusters>>
- PAN AMERICAN HEALTH ORGANIZATION. *Carmen – An Initiative for Integrated Prevention of Noncommunicable Diseases in the Americas*. Washington, DC: PAHO; 2003.
- PAULA, E. A.; PAULA, R. B.; COSTA, D.M.N.; COLUGNATI, F.A.B.; PAIVA E.P. Avaliação do risco cardiovascular em hipertensos. *Rev. Latino-Am. Enfermagem*.v. 21, n. 3, maio-jun. 2013.
- PERISSÉ G, MEDRONHO RA, ESCOSTEGUY CC. Espaço urbano e mortalidade por doença isquêmica do coração em idosos no Rio de Janeiro. *ArqBrasCardiol* [online]; v. 94, n.4, p. 463-471, 2010.
- REDE INTERAGENCIAL DE INFORMAÇÃO PARA A SAÚDE – RIPSA. *Indicadores básicos para a saúde no Brasil: conceitos e aplicações / Rede Interagencial de Informação para a Saúde – Ripsa – 2 ed. – Brasília: Organização Pan-Americana da Saúde, 2008. 349p.*
- SECRETARIA DE ESTADO DE SAÚDE DE MINAS GERAIS. *Análise de situação de saúde Minas Gerais 2010*, Belo Horizonte, 2010.

- SILVA, M. I. P. *Contributo dos SIG na análise da distribuição da obesidade, diabetes e hipertensão*. 2012. 110 p. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Informação Geográfica e Ordenamento do Território) Universidade do Porto, Espinho/Gaia.
- SILVA, N. C. N.; OLIVEIRA, M. S.; SANTOS, G. R.; BRAGA, A. S.; Análise de dados de área aplicada a dois indicadores econômicos de mesorregiões do estado de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Biometria*, São Paulo, v. 29, n.3, p. 369-395, 2011.
- SOARES, P. A.; NASCIMENTO, L. F. C. Análise Espacial das Internações por Doenças do Coração no Vale do Paraíba. *ArqBrasCardiol* [online]; v. 88, n.6, p.624-628, 2009.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA / SOCIEDADE BRASILEIRA DE HIPERTENSÃO / SOCIEDADE BRASILEIRA DE NEFROLOGIA. VI Diretrizes Brasileiras de Hipertensão. *Arq. Bras. Cardiol.*, v. 95, n. 1, supl1, p. 1-51, 2010.
- SOUSA, A. K. A., *Modelo de decisão sobre os municípios prioritários para o controle da AIDS no estado da Paraíba usando lógica Fuzzy*. 2012. 174 p. Dissertação (Mestrado em Modelos de decisão e Saúde), Centro de Ciências Exatas e da Natureza, Universidade Federal de Paraíba, João Pessoa, 2012.
- SPASOFF, R. *Doença crônica: a epidemia real*. Washington, Pan-American Health Organization, PAHO/OMS Guest for Speaker Lecture on Chronic Disease Epidemiology, 2011.
- TERRAVIEW 4.1.0. São José dos Campos, SP: *INPE* (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), 2010. Disponível em: <[www.dpi.inpe.br/terraview](http://www.dpi.inpe.br/terraview)>. Acessado em 20 de fevereiro de 2013.
- WHITTEMORE, A. S.; FRIEND, N.; BROWN, B. W.; HOLLY, E. A.A test to detect clusters of disease. *Biometrika*, v.74,n.3, p.631-635, 1987.

Recebido em 26.03.2014

Aprovado após revisão em 02.06.2014