

## Aplicação da análise de agrupamento em casos de dengue da área urbana de Lavras, MG

Christiany Mattioli Sarmiento<sup>1</sup>  
Luciano Teixeira de Oliveira<sup>2</sup>  
Marcelo de Carvalho Alves<sup>3</sup>  
Otávio Augusto Carvalho Nassur<sup>4</sup>  
Rafaela Guimarães Silva<sup>5</sup>  
Bruno Leonardo Fernandes Souza<sup>6</sup>  
Mirléia Aparecida de Carvalho<sup>7</sup>

Universidade Federal de Lavras – UFLA  
Caixa Postal 3037 – CEP 37200-000 – Lavras – MG, Brasil

{chrislavras@yahoo.com.br, oliveiralt@hotmail.com,  
marcelocarvalhoalves@gmail.com, otavionassur@yahoo.com.br,  
magrafaelaguimaraes@yahoo.com.br, brunoleobr@hotmail.com, mirleia@deg.ufla.br}

**Abstract.** Dengue is a systemic viral infection transmitted between humans by the mosquito *Aedes aegypti*. Dengue is a global public health threat, occurring particularly in urban centers and in tropical regions of the Americas and Asia. Approximately 2.5 billion people are at risk of infection, especially in urban areas, as the main vector is well suited to these environments. The dynamics of dengue is characterized by strong seasonality and multi epidemic peaks with spatial heterogeneity. Urban space and time are two important dimensions to describe the dynamics of an outbreak and therefore the knowledge of the spatial and temporal patterns in the incidence of dengue is important because it can provide information about the biological and ecological mechanisms that lead to the transmission, and this can facilitate predictions of the magnitude, time and location of future epidemics. This study aimed to analyze the spatial distribution of confirmed cases of dengue in Lavras - MG, in the first half of 2014, from a time series provided by the Epidemiological Surveillance of the municipality. Monthly analyzes were performed using the method of cluster and outlier analysis. It was noted that in April 2014, the incidence of dengue has increased considerably relative to other months and the central regions of urban areas were the most affected.

Palavras - chave: Dengue, infestation, epidemiological, analyzes, cluster, outlier, dengue, infestação, epidemiológico, análise, agrupamento.

### 1. Introdução

A dengue é uma infecção viral sistêmica transmitida entre humanos através do mosquito *Aedes aegypti* (Bhatt et al., 2013). A dengue representa ameaça global em saúde pública, ocorrendo particularmente nos centros urbanos e em regiões tropicais das Américas e da Ásia (Cunha et al., 2008). Aproximadamente 2,5 bilhões de pessoas estão sob risco de infecção, principalmente em regiões urbanas, dado que o principal vetor é bem adaptado a tais ambientes (Braga et al., 2009). A dengue é considerada uma espécie invasora cujo vetor da doença oferece riscos à população. Para tanto, é fundamental compreender a relação entre o mosquito e os seres humanos (Brown et. al, 2013) em estudos onde pessoas, lugar e tempo são elementos base para investigações epidemiológicas (Oliveira et al., 2013).

A dinâmica da dengue é caracterizada por uma forte sazonalidade e picos epidêmicos plurianuais com heterogeneidade espacial (Cuong et al., 2013). Sua distribuição geográfica é considerada desigual devido aos determinantes ambientais, econômicos e sociais, tais como o acelerado crescimento demográfico associado à ocupação urbana desordenada, saneamento precário, grau de instrução e rendimento médio da família (Mendonça et al., 2009). O espaço urbano e o tempo são duas dimensões importantes para descrever a dinâmica de um surto (Mondini; Chiaravalloti-Neto, 2008) e por isso o conhecimento dos padrões espaciais e temporais na incidência de dengue é relevante pois pode fornecer informações sobre os mecanismos biológicos e ecológicos que conduzem à transmissão, e isso pode facilitar previsões da magnitude, tempo e localização de futuras epidemias (Cuong et al., 2013).

É notória a necessidade de aborgadens para melhorar o controle da doença através de estratégias espaciais (Rotella et al., 2007). Nesse contexto, sistemas de informações geográficas (SIG) permitem analisar as relações espaciais entre as áreas com altos níveis de infestação do mosquito (Chang et al., 2009). A utilização do SIG permite a utilização do componente espacial e têm um papel importante na vigilância e controle, uma vez que é possível analisar diversos fatores associados e obter resultados relacionados à frequência, duração e indicadores de intensidade.

Anselin (1995), propôs identificar agrupamentos espaciais e casos isolados e descreveu uma nova classe de indicadores locais de associação espacial (LISA), decompondo indicadores globais como o Índice de Moran. O autor avalia a influência de localizações individuais através de casos que representam informações geográficas agrupadas em valores próximos (clusters) ou valores que não são possíveis de serem agrupados (outliers).

Diante da necessidade em investigar tendências espaciais e temporais da dengue, o principal objetivo do presente trabalho foi utilizar análise de cluster e outlier para compreender a distribuição dos casos confirmados no município de Lavras, MG, a partir de uma série temporal mensal de dados da Vigilância Epidemiológica.

## **2. Material e Métodos**

A área de estudo está localizada no sul do Estado de Minas Gerais, sudeste do Brasil, no município de Lavras, MG (Figura 1). Sua localização é determinada pelas coordenadas geográficas 21° 7' 30" Sul e 45°10' Oeste. Segundo o censo de 2010 realizado pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), Lavras possui uma população de 92.200 habitantes. No entanto, há uma considerável população flutuante devido à presença de 8 universidades e de serviços prestados no município que resultam em grande movimentação populacional de migrantes oriundos de cidades vizinhas.

Para realização do estudo, houve a aquisição de informações, como endereço e data de notificação, dos casos confirmados da dengue no primeiro semestre de 2014 registrados pela Secretaria de Saúde da Prefeitura Municipal de Lavras. Também foi utilizado o arquivo vetorial com dados correspondentes aos loteamentos do município, onde os mesmos representariam a área de abrangência da doença. Para manipulação e análise de dados, utilizou-se o sistema de informações geográficas ArcGIS 10.2.1®.

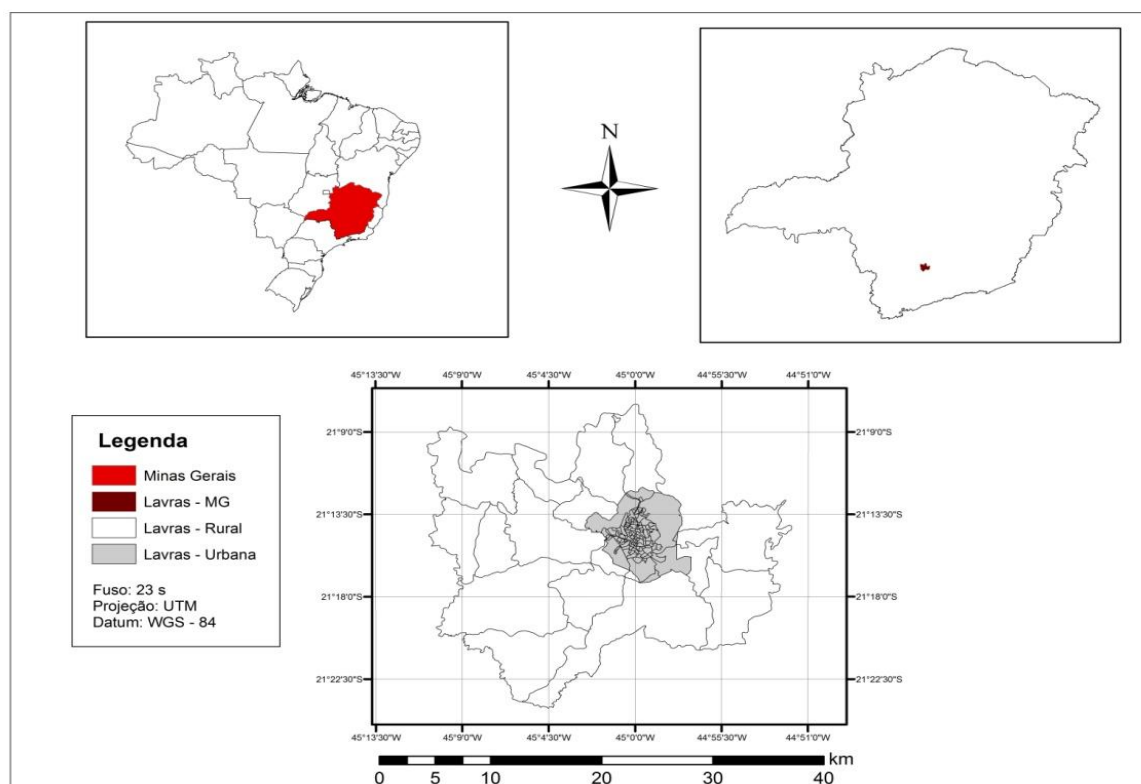


Figura 1: Localização da área de estudo

A metodologia utilizada no estudo foi dividida em três etapas: Fase I: Georreferenciamento dos casos confirmados de dengue no município de Lavras - MG; Fase II: Fusão dos dados dos loteamentos com dados da dengue; Fase III: Análise de cluster e outliers.

Fase I: Para realização do estudo utilizou-se a base de dados fornecida pela Secretaria de Saúde da Prefeitura Municipal de Lavras, setor de Vigilância Epidemiológica, com as informações da ocorrência da dengue no município de Lavras no primeiro semestre de 2014. A base de dados continha o endereço de cada caso confirmado e a data de notificação, sendo um total de 1.749 casos de pessoas que recorreram ao serviço de saúde do município. No entanto, após georreferenciar os casos confirmados fornecidos via Google Maps, foram excluídos do estudo 433 casos, pois os mesmos se tratavam de pessoas de outras cidades que vieram em busca de tratamento em Lavras, restando 1.316 para análise da distribuição da dengue no município. A partir dos 1.316 casos georreferenciados, foi gerado um arquivo de pontos no formato *shapefile*.

Fase II: Foi utilizada a base de dados pontuais dos loteamentos do município de Lavras com informações referentes aos endereços de cada lote. Objetivando integrar os dados das ocorrências da dengue com os dados pontuais dos loteamentos, houve a fusão dos dois arquivos pontuais. No arquivo de saída foi acrescentada uma nova coluna chamada 'ocorrência', onde valores de 0 foram atribuídos aos loteamentos e valores de 1 foram atribuídos aos casos confirmados de dengue. O valor 0 representa localidades onde não houve casos confirmados de dengue, e o valor 1 onde houve casos. A partir do arquivo de saída foram gerados outros 5 iguais, totalizando 6 arquivos contendo informações das datas de notificação da doença em determinado local. Para o arquivo referente ao mês de janeiro, foram excluídas todas as informações para os demais

meses. Para o mês de fevereiro, foram excluídas todas as informações referentes aos outros meses, e assim sucessivamente até o mês de junho.

Fase III: Visando realizar estatística espacial, utilizou-se a análise de cluster e outliers. Dado um conjunto de entidades e de um campo de análises, identifica agrupamentos espaciais das entidades com valores altos e baixos. Também é possível identificar os valores espaciais atípicos. Para esse procedimento, é realizado o cálculo do valor I Moran local, pontuação  $z$ , valor P e um código que representa a entidade estatisticamente significativa. As pontuações  $z$  e os valores P representam a significância estatística dos valores de índice calculados.

A estatística espacial local do Índice de Moran é dado por:

$$l_i = -\frac{x_i - \bar{X}}{S_i^2} \sum_{j=1, j \neq i}^n w_{ij} (x_j - \bar{X}) \quad (1)$$

em que  $x_i$  é um atributo da função de  $i$ , e a média do atributo correspondente,  $w_{ij}$  é o peso da característica espacial entre  $i$  e  $j$ , e:

$$S_i^2 = -\frac{\sum_{j=1, j \neq i}^n w_{ij}^2}{n-1} - \bar{x}^2 \quad (2)$$

Com  $n$  equiparando ao número total de funções.

A pontuação  $z$  para as estatísticas são calculadas como:

$$Z_{l_i} = \frac{l_i - E[l_i]}{\sqrt{V[l_i]}} \quad (3)$$

em que,

$$E[l_i] = -\frac{\sum_{j=1, j \neq i}^n w_{ij}}{n-1} \quad (4)$$

$$V[l_i] = E[l_i^2] - E[l_i]^2 \quad (5)$$

O dado de saída indica se a entidade tem um valor alto e está rodeado de entidades com valores baixos (alto/baixo) ou se a entidade tem um valor baixo e está rodeada por entidades com valores altos (baixo/alto), como exemplifica a Tabela 1.

**Tabela 1: Tipologia de padrões:**

Valores das entidades	Significado
<b>AA:</b> alta-alta	Agrupamento de valores altos e próximos
<b>BB:</b> baixa-baixa	Agrupamento de valores baixos e próximos
<b>AB:</b> alta-baixa	Outlier de valores altos que não se agrupam, pois se encontram em meio a valores baixos
<b>BA:</b> baixa-alta	Outlier de valores baixos que não se agrupam, pois se encontram em meio a valores altos

Adotou-se o método da distância inversa - que considera que as entidades vizinhas mais próximas têm maior influência sobre os cálculos do que as entidades que estão distantes, bem como a distância euclidiana, que considera a distância em linha reta entre dois pontos.

### 3. Resultados e discussão

Os resultados para o primeiro semestre de 2014 apresentaram a distribuição dos casos confirmados da dengue desde o início ao pico da proliferação em abril, ilustrados na Figura 2.

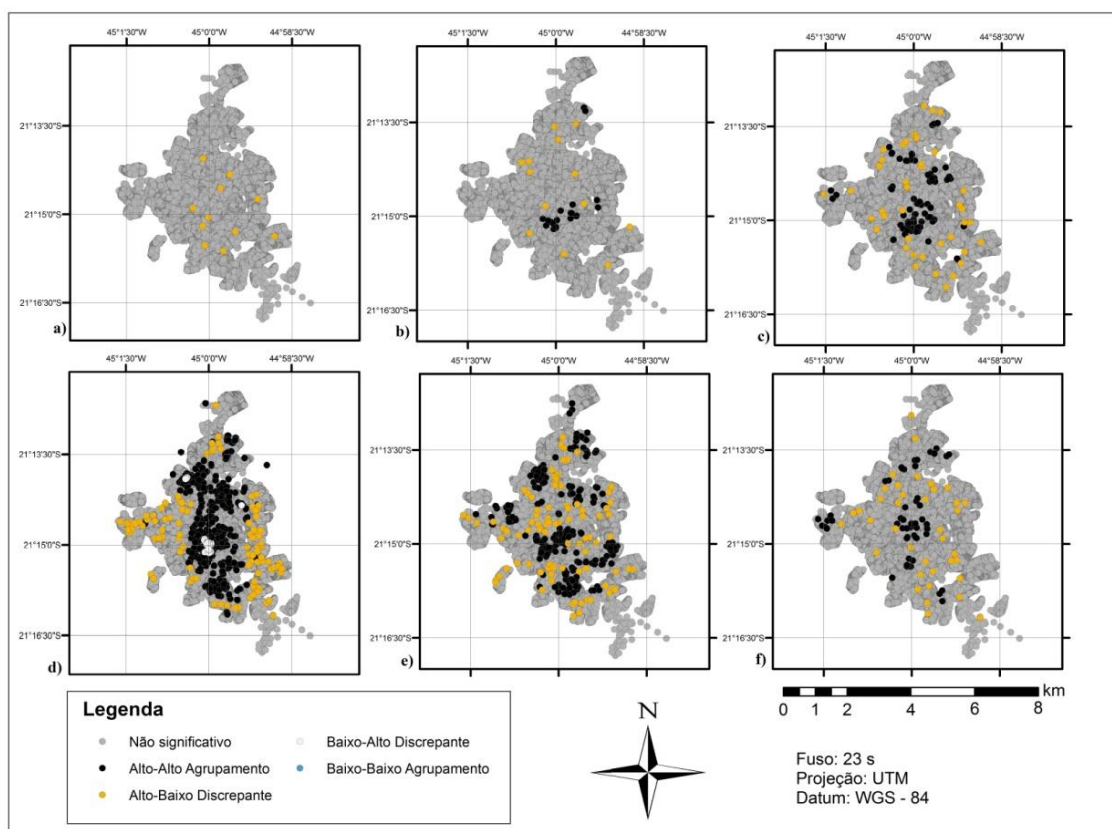


Figura 2: a) Janeiro, b) Fevereiro, c) Março, d) Abril, e) Maio, f) Junho.

A partir dos resultados foi observado que o mês de janeiro apresentou 11 casos confirmados havendo 11 valores altos que não se agruparam, sendo apresentados em meio a valores baixos e não significativos. No mês de fevereiro, houve 38 casos confirmados e já se observou um aumento de 25 agrupamentos de valores altos e próximos nas áreas centrais e 13 valores altos que não se agruparam, estando dispersos ao norte, pois estão em meio a valores baixos e não significativos. Em março, houve 163 casos confirmados, 111 agrupamentos de valores altos e próximos principalmente nas áreas centrais, 40 valores altos que não se agruparam (com maior concentração na região sudeste), pois estão em meio a valores baixos e não significativos. No mês de abril houve maior aumento dos casos de dengue no primeiro semestre de 2014, com 602 casos. Observaram-se 466 agrupamentos de valores altos e próximos nas regiões centrais, norte e sul, 105 valores altos que não se agruparam (leste e oeste) pois estão em meio a valores baixos e não significativos e 44 valores baixos que não se agrupam,

pois se encontram em meio a valores altos. Em maio, houve a redução para 396 casos confirmados. Para o mês de maio foram observados 265 agrupamentos de valores altos e próximos (distribuídos pela cidade) e 87 valores altos que não se agruparam, estando em meio a valores baixos e não significativos. Comparado aos meses de "pico" de infestação, em junho, houve a redução de casos, com um total de 107 pessoas contaminadas. Ao todo, foram 60 agrupamentos de valores altos e próximos (nas regiões centrais, norte e oeste) e 38 valores altos que não se agruparam, estando em meio a valores baixos e não significativos. Galli e Neto (2008), utilizaram da mesma técnica de indicadores locais de associação espacial proposta por Anselin (1995) e identificaram agrupamentos espaciais significantes da ocorrência da dengue na região norte de São José do Rio Preto.

#### **4. Conclusões**

Os procedimentos adotados no estudo demonstraram que a infestação da dengue foi mais intensa no mês de abril, onde se observou maior número de agrupamentos de valores altos e próximos nas áreas norte, sul e centro. Foi observado que se faz necessário implementar um cadastro georreferenciado com a padronização de endereços para localização de ocorrências não apenas de dengue, mas também de outras doenças. A presente pesquisa ainda se encontra em andamento, e para tanto serão executados estudos futuros utilizando outras metodologias de estatística espacial para avaliar qual o melhor método.

#### **Agradecimentos**

FAPEMIG - Fundação de Amparo à Pesquisa do estado de Minas Gerais

CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

#### **Referências bibliográficas**

Anselin, L. (1995) "Local Indicators of Spatial Association-LISA". In: *Geographical Analysis*, pages 93 - 115.

Bhatt, S. et al. (2013) "The global distribution and burden of dengue", In: *Nature*, pages 504-507.

Braga, C. et al. (2010) "Seroprevalence and risk factors for dengue infection in socio-economically distinct areas of Recife, Brazil", In: *Acta Tropica*, pages 234 - 240.

Brown, J. et al. (2013) "Human impacts have shaped historical and recent evolution in *aedes aegypti*, the dengue and yellow fever mosquito", In: *Evolution*, pages 514 - 525.

Chang, A. et al. (2009) "Combining Google Earth and GIS mapping technologies in a dengue surveillance system for developing countries", In: *International Journal of Health Geographics*", pages 1 - 11.

Cunha, M. (2008) "Fatores associados à infecção pelo vírus do dengue no Município de Belo Horizonte, Estado de Minas Gerais, Brasil: características individuais e diferenças intra-urbanas", In: *Epidemiologia e serviços de saúde*, pages 217 - 230.

Cuong, H. et al. (2013) “Spatial temporal dynamics of Dengue Epidemics, Southern Vietnam”, In: *Emerging Infectious Diseases*, pages 945 - 953.

Galli, B. and Neto, F.C. (2008) “Temporal-spatial risk model to identify areas at high-risk for occurrence of dengue fever”, In: *Revista Saúde Pública*, pages 656 - 663.

Mendonça, F. et al. (2009) “Saúde pública, urbanização e dengue no Brasil”, In: *Sociedade & Natureza*, pages 257 - 269.

Mondini, A., and Chiaravalloti-Neto, F. (2008) “Spatial correlation of incidence of dengue with socioeconomic, demographic and environmental variables in a Brazilian city”, In: *science of the total environment*, pages 241 - 248

Oliveira, M. A. (2013) “Geospatial analysis applied to epidemiological studies of dengue: a systematic review”, In: *Revista Brasileira de Epidemiologia*, pages 907 - 917.

Rotela, C. et al. (2007) “Space–time analysis of the dengue spreading dynamics in the 2004 Tartagal outbreak, Northern Argentina”, In: *Acta Tropica*, pages 1 - 13.