

Distribuição espaço-temporal da dengue nos municípios de Minas Gerais e sua relação entre o desenvolvimento municipal e a temperatura

Marcela Ribeiro Leite^{1,2}
Eliane Maria Vieira²
Ivair Gomes²
Marley Lamounier Machado²
Maria Lélia Rodriguez Simão²
Matheus Hipólito Ireno Silva²
Thiago Andrade dos Santos²

¹Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG
Av. Antônio Carlos, 6627 - CEP: 31270-901 - Belo Horizonte/MG
marcelaribleite@gmail.com

²Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais
Av. José Cândido da Silveira, 1647 - CEP: 31170-000 - Belo Horizonte/MG
{elianevieira, ivair}@epamig.br

Abstract. Dengue is a disease caused by Flaviviridae's virus family and there are four serotypes. This disease exists mostly in tropical and subtropical areas in the world and became a big public health problem, because it has expanded around the world. Dengue control is hard to do efficiently, because scientists didn't develop a vaccine yet, so it depends on controlling the vector *Aedes aegypti*. Therefore, this study analyse spatial-temporal distribution of the disease in Minas Gerais state, besides its relationship with development and temperature. The data were obtained in SINAN (Sistema de Agravos de Notificação), IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) and INMET (Instituto Nacional de Meteorologia). The maps produced was analysed and is possible to say that areas with large incidence of dengue remains in higher temperature areas. Furthermore, the greatest incidence in more developed places can be explain, in some cases, by the urbanization and population growth. Thus, is possible to predict which areas have the highest risk to develop dengue epidemy, with this is possible to develop more efficient actions to control the disease.

Palavras-chave: dengue incidence, GIS, public health, incidência de dengue, SIG, saúde pública.

1. Introdução

A dengue é uma arbovirose causada por um vírus da família *Flaviviridae* e que apresenta quatro sorotipos conhecidos: DENV-1, DENV-2, DENV-3 e DENV-4. Nas Américas a transmissão desse vírus para o homem se dá pelo mosquito da espécie *Aedes aegypti*, na Ásia, no entanto, sabe-se que a doença é mantida através da transmissão pelo mosquito da espécie *Aedes albopictus*.

Essa doença apresenta ampla distribuição mundial, principalmente em regiões tropicais e subtropicais, e a sua ressurgência pode ser atribuída a fatores associados às novas dinâmicas mundiais. Dentre eles é possível citar o aumento da produção de produtos descartáveis que fornecem ambientes ideais para a reprodução do vetor. Além disso, o aumento da população mundial associado à falta de planejamento urbano e à falta de infraestrutura adequada na área de saúde pública contribuem para a transmissão da doença. Por fim, o crescimento de viagens por transportes aéreos favorece cada vez mais o trânsito do vírus através de indivíduos contaminados entre diferentes centros urbanos no mundo (Gubler, 1998).

No Brasil a incidência de dengue tem um perfil sazonal, com valores maiores nos primeiros meses do ano, no verão e outono, uma vez que há uma aumento na umidade e na temperatura, fatores que favorecem a proliferação do *Aedes aegypti* (Teixeira et al., 1999). O informe epidemiológico da dengue publicado pela Secretaria de Vigilância em Saúde no ano de 2010, aponta Minas Gerais como um dos estados que devem intensificar o monitoramento

do cenário da doença. Essa situação, deve-se ao fato de o estado ter apresentado, nos últimos anos, quadros graves de epidemias da dengue, provavelmente atribuídas à recirculação do sorotipo DENV-1, que teve baixa circulação na última década.

Uma grande dificuldade em conter a expansão da dengue é que ainda não foi possível produzir uma vacina, com isso o controle da doença deve ser feito pela redução da população do vetor, o que depende do envolvimento não só dos órgãos gestores, mas também de toda a comunidade. As medidas de controle envolvem eliminação de larvas, diminuição de recipientes propícios para a oviposição e o uso de inseticidas, além do envolvimento da população. No entanto, essas estratégias não têm sido realmente efetivas para o controle da doença (Barreto e Teixeira, 2008). Portanto, é necessário conhecer o perfil de distribuição da dengue para a realização de um planejamento e adoção de novas medidas que sejam mais eficazes no controle do *Aedes aegypti*.

Segundo Esdras Leite e Abreu (2009), os sistemas de informações geográficas (SIG) tem grande utilidade na área da saúde, uma vez que torna possível a integração de várias informações, bem como a análise da distribuição geográfica e ecológica das doenças. Com isso, o SIG torna-se importante para auxiliar o desenvolvimento de medidas mais eficazes para o controle de doenças.

Diante disso, realizou-se a análise da incidência de dengue no período de 2006 a 2009 no estado de Minas Gerais, bem como sua relação com o perfil sócio-econômico e com a temperatura média anual, nos municípios. Para isso, foram utilizados os dados do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN), do Sistema FIRJAN, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Para a espacialização desses dados, foi utilizado o Sistema de Informações Geográficas (SIG), que permitiu a análise da distribuição geográfica da doença.

1. Metodologia de Trabalho

O estudo realizado compreendeu os 853 municípios pertencentes ao estado de Minas Gerais que apresenta uma área de 586.528,293 km² e uma população de aproximadamente 20.033.665 habitantes.

A análise da incidência de dengue é muito útil para o estudo da distribuição espacial dos casos da doença, bem como sua alteração ao longo do tempo. Para obter a incidência dessa doença em determinada localidade utiliza-se a metodologia proposta pelo Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde do Brasil (DATASUS) (Equação 1).

$$Id = \frac{N}{P} \times 100.000 \quad (1)$$

Sendo: Id - Incidência de dengue

N - Número de casos de dengue em residentes e

P - População total residente

Para a realização desse cálculo foi necessário fazer o levantamento do número de notificações por município de residência e da população total do município no período em questão. Essas informações foram obtidas através do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN) oferecido pelo DATASUS e através do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), respectivamente.

Os municípios foram classificados quanto ao grau de incidência de dengue segundo a padronização adotada pelo Programa Nacional de Controle da Dengue, que apresenta a seguinte classificação:

- Baixa incidência: menor que 100 por 100.000 habitantes;

- Média incidência: 100 a 300 por 100.000 habitantes;
- Alta incidência: maior que 300 por 100.000 habitantes.

A partir dos dados de incidência de dengue obtidos, utilizou-se o *software* ArcGIS 9 para classificação dos municípios seguindo a proposta apresentada e adotada pelo Programa Nacional de Controle da dengue. A partir disso, os mapas de incidência de casos da doença para os municípios mineiros foram gerados para os anos de 2006 à 2009.

Para realizar uma comparação entre a incidência de dengue e o estágio de desenvolvimento do município foi utilizado o Índice FIRJAN de Desenvolvimento Municipal (IFDM) do ano de 2006, último ano calculado pelo Sistema FIRJAN, e o mapa de incidência do mesmo ano. O IFDM leva em consideração as áreas de Emprego & Renda, Educação e Saúde. A intenção ao se utilizar esse índice em detrimento ao Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) foi a de se ter dados mais recentes, uma vez que o IFDM é realizado anualmente e o IDH é censitário.

Para a análise dos dados, os municípios foram classificados de acordo com o valor do índice, como proposto pelo Sistema FIRJAN, e quanto ao estágio de desenvolvimento, como apresentado a seguir:

- Baixo: entre 0 e 0,4;
- Regular: entre 0,4 e 0,6;
- Moderado: entre 0,6 e 0,8;
- Alto: entre 0,8 e 1,0.

Utilizando-se o ArcGIS 9, foi possível classificar os municípios de acordo com o estágio de desenvolvimento e, a partir disso, o mapa foi gerado com as informações do Índice FIRJAN de Desenvolvimento Municipal.

Além dos mapas de incidência e IFDM utilizou-se um mapa da temperatura média anual para o estado de Minas Gerais usado para verificar a relação entre a temperatura e os locais de maior incidência de dengue no estado. Os dados de temperatura utilizados foram coletados no Instituto Nacional de Meteorologia (INMET/MG; 1992 a 2008) e validados para toda a série histórica em cada estação para as quais foram calculadas as médias.

Utilizou-se um modelo matemático que considera latitude, longitude e altitude, uma vez que nem sempre estão presentes estações meteorológicas para o monitoramento da variação de temperatura ao longo do dia para toda a extensão do estado de Minas Gerais. Dessa forma, foram relacionadas as temperaturas médias anuais e os dados do SRTM (latitude, longitude e altitude), tendo como resultado uma equação matemática para a temperatura média anual em função das variáveis utilizadas. O *Spatial Analyst* do SIG ArcGIS possibilitou o cálculo das temperaturas médias anuais para todo o estado com base na localização espacial e nos dados de altitude do SRTM.

2. Resultados e Discussão

Nesse estudo, os mapas apresentados trazem informações importantes para o controle epidemiológico da dengue, uma vez que apresentam a distribuição espacial da doença no estado de Minas Gerais, da situação de desenvolvimento dos municípios e da temperatura média anual no mesmo local.

Observa-se na Figura 1 que no ano de 2006 os municípios com alta incidência de dengue estavam concentrados, principalmente, na região do Triângulo Mineiro e na região Noroeste. Grande parte dos municípios mineiros não apresentaram notificações de casos de dengue para esse ano, outros apresentaram baixa incidência da doença, concentrando-se na região Sul e na região do Vale do Jequitinhonha. As outras regiões do estado, Zona da Mata, Rio Doce, Campo das Vertentes e Alto São Francisco, apresentaram número significativo de locais com média e alta incidência de dengue.

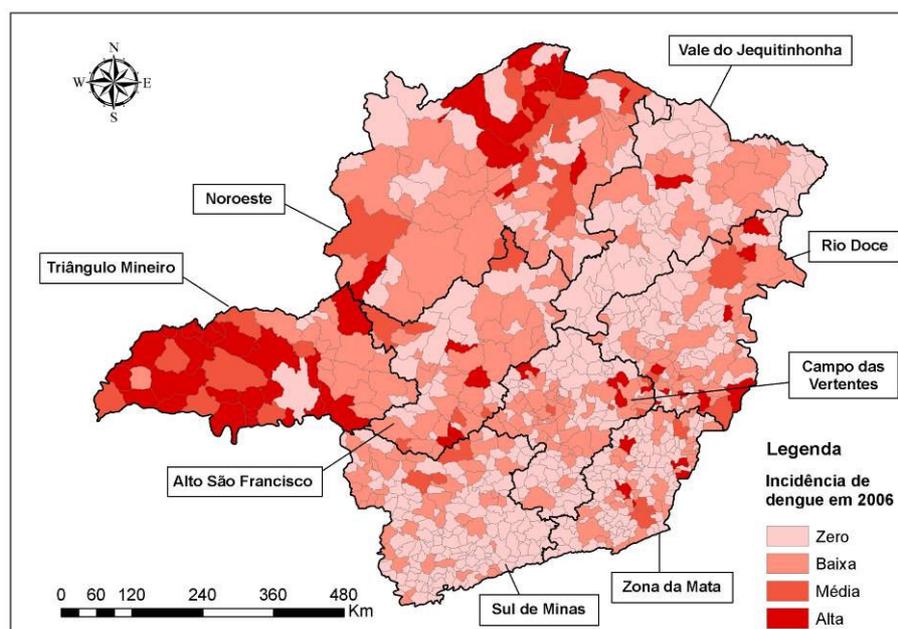


Figura 1. Incidência de dengue nos municípios do estado de Minas Gerais no ano de 2006.

O Triângulo Mineiro e a região Noroeste, no ano de 2007, apresentaram redução no número de municípios com alta incidência de dengue e aumento daqueles com classificação baixa ou zero. Por outro lado, as outras macro-regiões mineiras apresentaram um aumento no número de municípios com média e alta incidência de dengue (Figura 2).

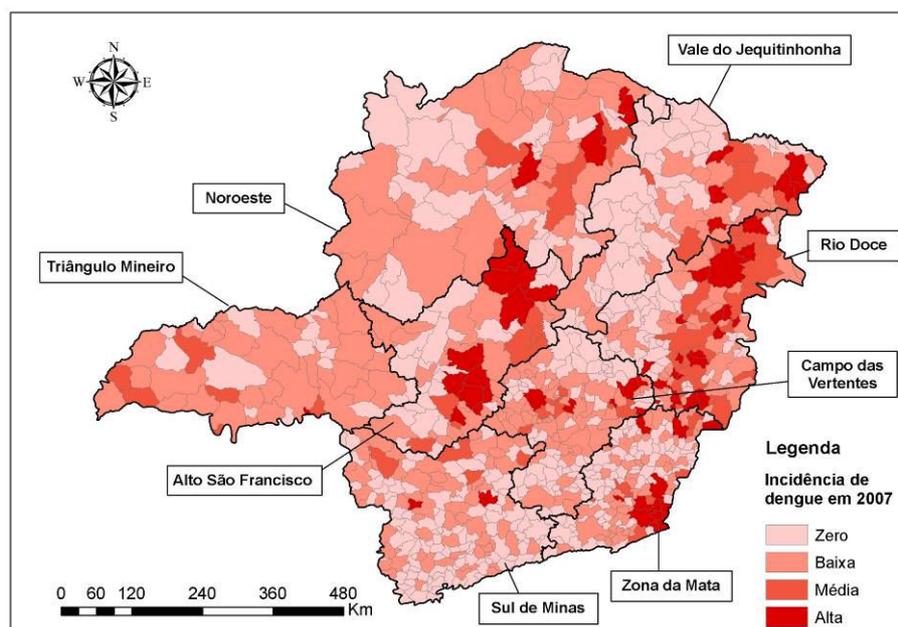


Figura 2. Incidência de dengue nos municípios do estado de Minas Gerais no ano de 2007.

Observa-se na Figura 3 que houve aumento na concentração de municípios com alta e média incidência de dengue no ano de 2008 se comparado aos anos anteriores. Apenas a região Sul de Minas Gerais apresentou uma redução de locais com essa situação. Durante esse ano, em todo o estado, muitos municípios que nos anos anteriores não apresentavam incidência de dengue, passaram a apresentar, em sua maioria, baixa incidência. O

Jequitinhonha destaca-se na concentração de municípios com alta incidência da doença, uma vez que nos anos anteriores essa região apresentava poucos municípios nessa condição.

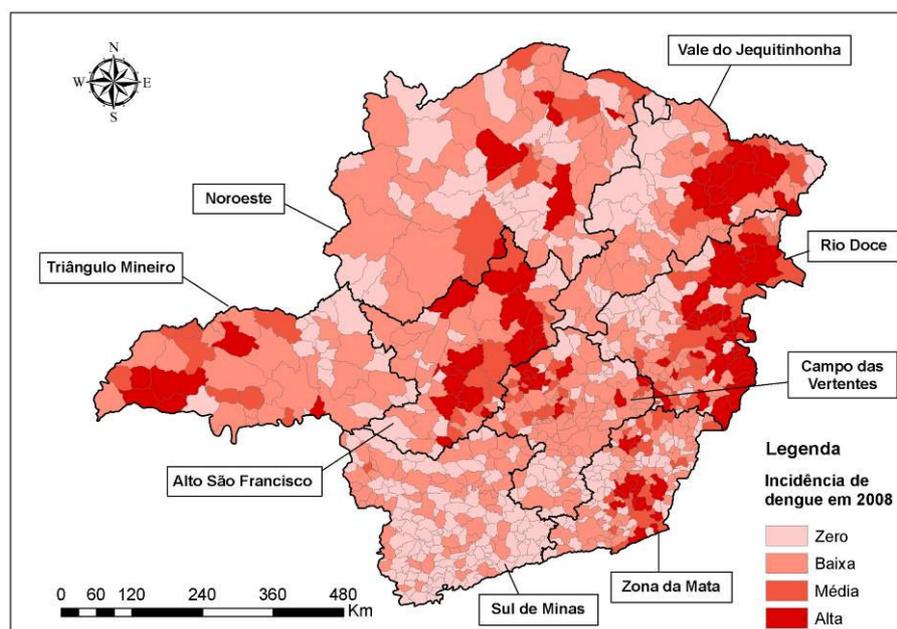


Figura 3. Incidência de dengue nos municípios do estado de Minas Gerais no ano de 2008.

Já em 2009, por meio da Figura 4, é possível perceber que as regiões do Alto São Francisco, do Jequitinhonha, da Zona da Mata e o Noroeste apresentaram uma redução no número de municípios com alta e baixa incidência de dengue, em relação ao ano anterior. Por outro lado, as regiões do Triângulo, do Rio Doce e do Campo das Vertentes, apresentaram aumento da quantidade de municípios com alta incidência.

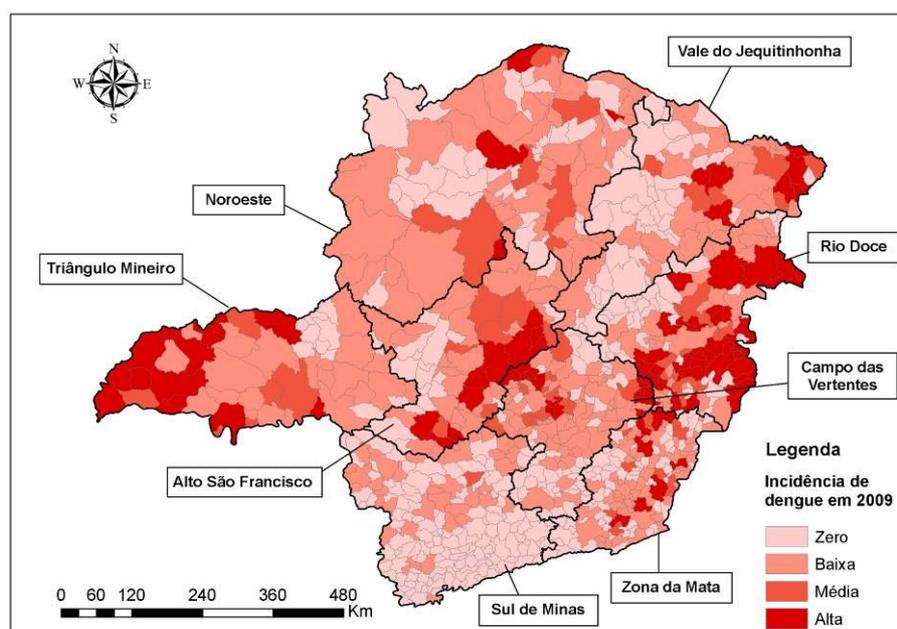


Figura 4. Incidência de dengue nos municípios do estado de Minas Gerais no ano de 2009.

O mapa que estabelece o grau de desenvolvimento de municípios de acordo com o valor do IFDM (Figura 5), evidencia que as regiões mineiras com maior concentração de

municípios com desenvolvimento regular são as regiões do Noroeste, do Jequitinhonha e do Rido Doce. As outras regiões apresentaram maior número de municípios com moderado e alto desenvolvimento, com destaque para o Sul de Minas e o Campo das Vertentes.

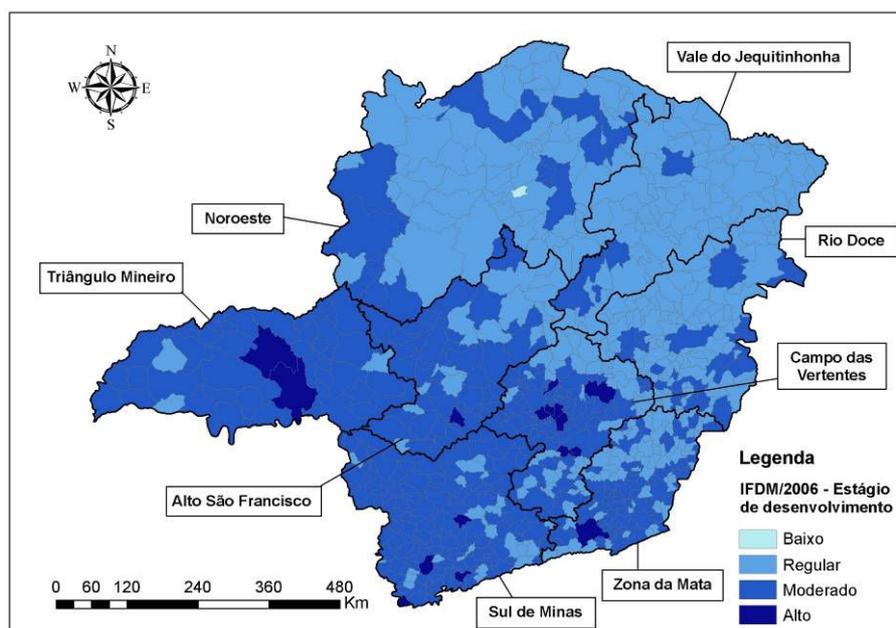


Figura 5. Estágio de desenvolvimento dos municípios mineiros de acordo com o IFDM.

Através do mapa de temperatura média anual para o estado de Minas Gerais, foi possível perceber que as regiões mais quentes do estado estão localizadas no Triângulo Mineiro, no Noroeste, no Jequitinhonha, no Rio Doce e o Alto São Francisco. O Campo das Vertentes e a Zona da Mata apresentam algumas áreas com temperaturas mais amenas. A região Sul, por sua vez, é caracterizada pelo predomínio de áreas com temperaturas mais baixas (Figura 6).

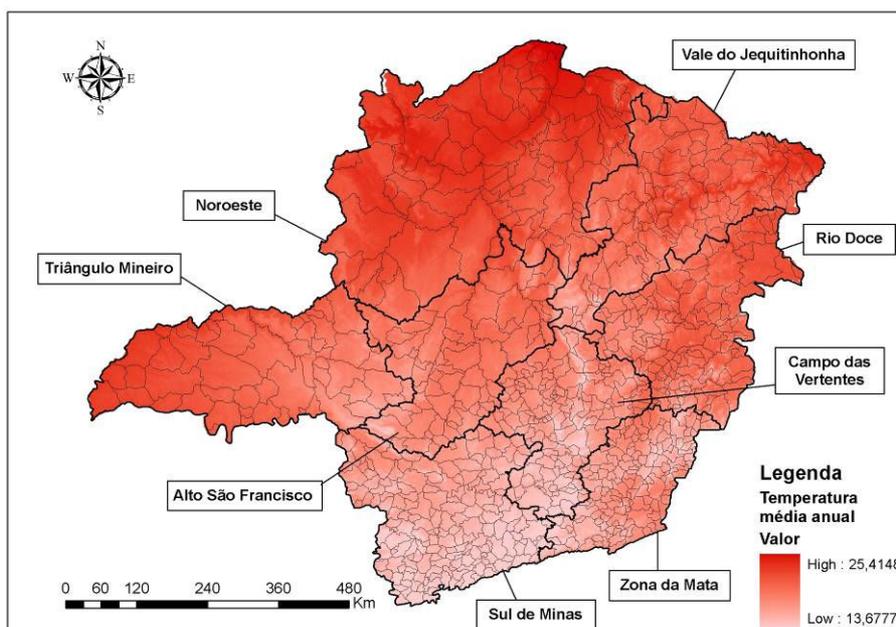


Figura 6. Temperatura média anual para o estado de Minas gerais.

Através desses resultados, foi possível perceber que o estado de Minas Gerais apresentou nos anos em questão (2006-2009) uma grande quantidade de municípios que não apresentaram incidência de dengue. Esse fato pode ser explicado pela dificuldade na notificação dos casos da doença em municípios de regiões com baixo ou regular desenvolvimento que podem apresentar uma deficiência na área de atenção a saúde, o que dificulta o diagnóstico de muitos casos. No entanto, houve também uma maior concentração de municípios nessa situação na região Sul que conta com maior concentração de municípios com moderado e alto desenvolvimento. Já nesse caso, podemos inferir que a incidência de dengue é realmente baixa ou inexistente, uma vez que os municípios apresentam uma assistência a serviços de saúde mais eficiente que os citados anteriormente.

É interessante observar que alguns municípios que apresentam moderado ou alto estágio de desenvolvimento também apresentaram graus preocupantes de incidência de dengue no ano de 2006. Esse fato não nos permite fazer uma relação direta entre o grau de desenvolvimento e a incidência da doença em um município. No entanto, alerta para o fato de que a maior incidência de dengue em alguns desses municípios pode ser explicada pelo fato de serem áreas mais urbanizadas e com maior densidade populacional. Isso acontece porque a dengue, diferentemente das outras doenças infecciosas, está relacionada à adaptação do *Aedes aegypti* ao espaço ocupado pelo homem. Então, em grandes centros urbanos há uma maior disponibilidade de locais ideais para a o desenvolvimento de ovos e larvas do mosquito. Além disso, o adensamento populacional proporciona uma maior transmissão e circulação do vírus, porque com os nascimentos há uma reposição de indivíduos susceptíveis à doença (Rodhain e Rosen, 1997).

Sabe-se que a ocorrência de dengue afeta, principalmente, regiões tropicais e subtropicais no mundo e que há um aumento no número de casos da doença durante o verão. No entanto, com esse estudo, foi possível perceber que mesmo em uma área tropical, como é o caso do estado de Minas Gerais, ainda é possível estabelecer uma relação entre a temperatura e a incidência de dengue. As regiões mais quentes do estado coincidiram com regiões de maior incidência dessa doença durante os anos de 2006 à 2009

3. Conclusões

Com a realização desse estudo, foi possível concluir que uma maior investigação deve ser feita no sentido de descobrir se nos municípios situados em áreas com menor desenvolvimento não há casos de dengue ou se eles não estão sendo notificados.

Muitos municípios aumentaram a incidência de dengue de um ano para o outro, o que evidencia a necessidade de atenção contínua nas campanhas de controle ao vetor, mesmo que a incidência esteja baixa. Sendo que deve-se dar um foco maior às áreas onde a incidência é mais preocupante, com a realização de um controle mais sistemático durante alguns anos até que o problema atinja uma situação de tranquilidade.

Além disso, conclui-se que municípios, mesmo que mais desenvolvidos, com maior urbanização e adensamento populacional devem contar com um maior planejamento para criação de campanhas mais eficazes para controle da doença, uma vez que nesses casos, a expansão da doença é mais expressiva. Áreas que apresentam temperaturas médias anuais mais expressivas, apresentam maiores chances de apresentar elevada incidência de dengue, devendo-se portanto priorizá-las.

Este estudo se mostra propício para direcionar as políticas de controle da dengue no estado de Minas Gerais, uma vez que foi possível estabelecer as áreas de maior susceptibilidade ao aumento dos casos de dengue.

Referências Bibliográficas

Ministério da Saúde. Disponível em:

<http://portal.saude.gov.br/portal/saude/profissional/visualizar_texto.cfm?idtxt=31125>. Acesso em: 19.jul.2010

Gluber, D. J. Dengue and dengue hemorrhagic fever. **Clinical Microbiology Reviews**, v. 11 , n. 3, p. 480-496, 1998.

Teixeira, M. da G.; Barreto, M. L.; Guerra, Z. **Epidemiologia e medidas de prevenção do dengue**. Salvador, Instituto de Saúde Coletiva/UFBA, 1999, v. 8, n. 4, p. 5-33.

Ministério da Saúde/Secretaria de Vigilância em Saúde. **Informe epidemiológico da dengue. Análise de situação e tendências – 2010**.

Sistema FIRJAN. **Índice FIRJAN de Desenvolvimento Humano – 2006**. Disponível em: <<http://www.firjan.org.br/data/pages/2C908CE9229431C90122A3B25FA534A2.htm>>. Acesso em: 28.Jul.2010

Leite, M. E.; Abreu, K. K. R. C. de. Sistema de informação geográfica aplicado à distribuição do caso de dengue na microrregião de Pirapora – MG. **Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, v. 5, n. 9, p. 63-76, 2009.

Barreto, M.L.; Teixeira, M. da G. Dengue no Brasil: situação epidemiológica e contribuições para uma agenda de pesquisa. São Paulo, 2008. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142008000300005&Ing=en&nrm=iso. Acesso em: 23.Ago.2010.

Rodhain F.; Rosen L. Mosquito vectors and dengue virus-vector relationships. *In*: Gubler, D. J.; Kuno, G. Editors. **Dengue and dengue hemorrhagic fever**. New York: CABInternational, 1997. p. 45-60.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em:<<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 15.Jul.2010

Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde do Brasil. Disponível em: <<http://www.datasus.gov.br>>. Acesso em: 13.Jul.2010