



**Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos (RBERU)**

*Vol. 06, n. 1, pp. 81-95, 2012*

<http://www.revistaaber.org.br>

---

## **DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E DETERMINANTES SOCIOECONÔMICOS E DEMOGRÁFICOS DA DENGUE NOS MUNICÍPIOS BRASILEIROS**

**Joilson de Assis Cabral**

Professor do Departamento de Ciências Econômicas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Doutorando em Planejamento Energético pelo PPE/COPPE/UFRJ  
E-mail: cabraljoilson@gmail.com

**Maria Viviana de Freitas**

Professora do Departamento de Ciências Econômicas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Doutoranda em Economia Aplicada pelo PPGEA/FE/UFJF  
E-mail: mvivianafreitas@gmail.com

**RESUMO:** A reemergência da epidemia de dengue tornou-se um problema de saúde pública, desafiando o sistema de saúde brasileiro. Este trabalho investigou a distribuição espacial da dengue e sua relação com os fatores socioeconômicos e demográficos em 3878 municípios brasileiros no ano de 2010, ano recorde de casos de dengue e mortes causadas pela doença. A metodologia utilizada foram as Regressões Ponderadas Geograficamente. Os resultados mostram que a densidade demográfica parece fundamental para explicar o padrão de distribuição espacial dos casos de dengue e que, independentemente do nível de desenvolvimento, os municípios estão suscetíveis à proliferação dos casos de dengue. Diante disso, são necessárias políticas públicas integradas com a população e instituições privadas que visem a conscientização para as formas de proliferação para controlar a dengue.

**Palavras-Chave:** Dengue; Fatores socioeconômicos e demográficos; Modelos de econometria espacial.

**Classificação JEL:** C21, C23, I15, I18.

**ABSTRACT:** The re-emergence of dengue epidemic has become a public health problem, challenging the Brazilian healthcare system. This study investigated the spatial distribution of dengue and its relationship with socioeconomic and demographic factors in 3878 Brazilian municipalities in 2010, record year of dengue cases and deaths from the disease. The methodology used was the Geographically Weighted Regression. The results showed that the population density seems fundamental to explain the spatial distribution pattern of dengue cases and regardless of the level of development, the municipalities are susceptible to proliferation of dengue cases. Therefore, public policies integrated with the population and private institutions aimed at awareness of forms of proliferation are needed to control dengue.

**Keywords:** Dengue; Socioeconomic and demographic factors; Spatial econometric models.

**JEL Code:** C21, C23, I15, I18.

## 1. Introdução

Na atualidade, a dengue pode ser considerada a principal doença reemergente, com, aproximadamente, 40% da população mundial vivendo sob o risco de adquiri-la (MACHADO *et al.*, 2009). De acordo com Cunha e Fonseca (2010), a dengue é uma doença infecciosa aguda produzida por um vírus de genoma ARN (ácido ribonucleico), pertencente ao grupo B dos arbovírus<sup>1</sup>, família *Flaviviridae* na qual são conhecidos quatro sorotipos transmitidos ao homem por algumas espécies do gênero *Aedes*, sendo o *Aedes aegypti* o mais importante. Trata-se, portanto, de uma das mais importantes doenças transmitidas por arbovírus aos humanos constituindo um grave problema de saúde pública<sup>2</sup> vivido, principalmente, pelos países em desenvolvimento, onde os principais fatores envolvidos para o seu surgimento - pressão demográfica, padrões de comportamento social e a reconhecida transformação dos sistemas de saúde do mundo com redução dos recursos e da infraestrutura para controle das doenças - estão presentes.

A Organização Mundial da Saúde estima que entre 50 a 100 milhões de pessoas se infectem anualmente, em mais de 100 países, pondo expressiva parcela da população mundial em risco. De todo esse contingente, 20 mil pessoas morrem anualmente por conta de um dos quatro tipos do vírus conforme dados do Instituto Nacional de Alergias e Doenças Infecciosas dos EUA (WHO, 2012).

A notificação de dengue é comumente observada nas regiões tropicais e subtropicais, compreendidas principalmente entre os paralelos (latitudes) 45° N e 35° S (CONSOLI e OLIVEIRA, 1994). Constante nessa região de maior incidência da dengue está a América do Sul (Venezuela, Brasil e Paraguai) onde, em período recente, foram reportadas importantes epidemias. Martín *et al.* (2010), por meio dos dados da Organização Pan-Americana de Saúde (OPAS), observaram que, durante as últimas três décadas, o número de casos de dengue saiu de 1 milhão de casos durante os anos 1980 para 4,7 milhões no período de 2000 a 2007, dos quais mais da metade desses casos ocorreram na América do Sul.

No Brasil, as condições socioambientais favoráveis à expansão do mosquito *Aedes aegypti* possibilitaram a dispersão do vetor desde sua reintrodução no País, em 1976. A partir de então, o mosquito transmissor da dengue mostrou altíssima capacidade de adaptação ao ambiente criado pela urbanização acelerada e desorganizada e pelos novos hábitos da população (BRASIL, 2012).

Mais especificamente a partir de 1986, uma sucessão de epidemias de dengue tem ocorrido anualmente no Brasil e uma crescente proporção dos pacientes acometidos apresenta a forma grave da doença, a febre hemorrágica da dengue - 0,06% dos pacientes, nos anos 1990, crescendo para 0,38%, entre 2002-2008 - (Barreto *et al.*, 2011), tornando-se um problema nacional de saúde pública e um desafio para os formuladores de políticas de saúde. Em termos quantitativos, entre 2000 e 2009, 3,5 milhões de casos de dengue foram registrados, 12.625 dos quais eram do tipo dengue hemorrágica, com registro de 845 óbitos (Brasil, 2012). Essa elevação da notificação da dengue é devida, principalmente, à disseminação do principal vetor do vírus, o mosquito *Aedes aegypti*, em todos os estados brasileiros (LIMA-CAMARA *et al.*, 2006).

Além dos transtornos sociais decorrentes da dengue, a doença gera um impacto econômico considerável aos governos na tentativa de combate e controle do vetor, devido aos gastos com assistência médica, necessidade de UTI e aos prejuízos financeiros causados às regiões com alta incidência de dengue, como por exemplo, perda de produtividade da mão de obra e a diminuição no turismo. De forma a evidenciar tal prejuízo, em 2009, o teto financeiro da vigilância em saúde no Brasil, recurso financeiro não exclusivo, mas prioritário para o combate à dengue, foi de R\$ 1,02 bilhão. Deste montante, R\$ 55 milhões foram utilizados, dentre outras coisas, para campanhas

---

<sup>1</sup> Arbovirose é o nome científico de doenças transmitidas por mosquito.

<sup>2</sup> Neste trabalho, entende-se como saúde pública, a ciência de se evitar doenças, prolongar a vida e desenvolver a saúde física, mental e a eficiência, através de esforços organizados da comunidade para o saneamento do meio ambiente, o controle de infecções na comunidade, a organização de serviços médicos e paramédicos para o diagnóstico precoce e o tratamento preventivo de doenças, e o aperfeiçoamento da máquina social que irá assegurar a cada indivíduo, dentro da comunidade, um padrão de vida adequado à manutenção da saúde (ROUQUAYROL, 1994).

publicitárias, aquisição de equipamentos, insumos e medicamentos além de treinamento e capacitação dos agentes de saúde<sup>3</sup>.

Nesse contexto, a identificação dos fatores que contribuem para o movimento ascendente da curva epidêmica vem sendo discutida na literatura desde que a doença se tornou de notificação compulsória. Muito se tem especulado sobre a importância de variáveis socioeconômicas sobre a notificação da dengue, auxiliando na tomada de decisão por parte dos órgãos públicos competentes e para a formulação de políticas públicas. Diante do exposto, o presente trabalho tem por objetivo entender a dinâmica da distribuição espacial das notificações de dengue bem como verificar a relação entre os fatores socioeconômicos e demográficos e os casos de dengue de modo a fornecer informações para os formuladores de política na área de saúde pública municipal. Para tanto, serão considerados no estudo, 3878 municípios brasileiros em 2010, ano no qual o País registrou números recordes de casos de dengue e mortes causadas pela doença: foram 984.425 notificações de casos de dengue clássica dos quais 14.342 foram classificados como graves.

Para alcançar o objetivo proposto, o presente trabalho utilizará como metodologia o ferramental econométrico-espacial, mais especificamente, o método de Regressões Ponderadas Geograficamente (RPG), uma vez que o mesmo controla os efeitos espaciais (auto correlação e heterogeneidade espaciais) além de fornecer respostas locais.

Além dessa seção introdutória, o presente trabalho está estruturado como segue. Na segunda seção tem-se a revisão de literatura. A terceira seção aborda a metodologia implementada. Na quarta seção, são discutidos os resultados e, por fim, as considerações finais do estudo são empreendidas na quinta seção.

## 2. Revisão bibliográfica empírica<sup>4</sup>

O objetivo desta revisão é verificar como o tema dengue tem sido abordado na bibliografia, evidenciar as contribuições deste trabalho para o tema e, ainda, auxiliar na escolha das variáveis que serão utilizadas bem como na interpretação dos resultados deste trabalho subsidiando, com isso, a decisão de políticas públicas relativas à prevenção e ao combate da dengue.

Costa e Natal (1998) possuíam como objetivo identificar unidades ambientais, cujas formas de ocupação socioeconômicas aliadas às condições precárias de saneamento básico, moradia inadequada, fatores educacionais e culturais e utilização do solo determinam condições que são fatores de risco para a ocorrência de dengue na cidade de São José do Rio Preto. A notificação da dengue foi analisada segundo áreas geográficas delimitadas para o ano de 1995. A escolha das variáveis procurou abranger aquelas descritas como macrodeterminantes sociais da dengue pela Organização Pan-Americana da Saúde. Os resultados obtidos confirmaram a hipótese inicial do trabalho de que os determinantes sociais explicam tanto a estratificação da infestação vetorial como da epidemia nos polos opostos das camadas sociais de São José do Rio Preto.

Já Barcellos *et al.* (2005) objetivavam identificar as áreas de risco de transmissão autóctone de dengue. Os autores discutiram também os determinantes da distribuição de casos e do vetor no espaço urbano e avaliaram cenários potenciais de transmissão autóctone do vírus através do exame de indicadores socioambientais das áreas com presença de casos e do vetor. Este estudo foi realizado levando em consideração os 127 casos de dengue para a cidade de Porto Alegre compreendendo o período de janeiro a julho de 2002. Com intuito de atingir o objetivo, foi realizada uma regressão logística tendo como variável dependente a variável binária presença/ausência de caso de dengue e como variáveis explicativas os indicadores socioambientais. Os autores verificaram a existência de um padrão de distribuição espacial dos casos de dengue no município de Porto Alegre.

Mondini e Chiaravalloti Neto (2007), por sua vez, buscaram avaliar a relação entre o risco de ocorrência de dengue e os níveis socioeconômicos para setores censitários urbanos de São José do

<sup>3</sup> Dados disponíveis em: <[http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/dengue\\_apresentacao.pdf](http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/dengue_apresentacao.pdf)>

<sup>4</sup> Cabe salientar que esta seção não possui o objetivo de esgotar a bibliografia do tema abordado.

Rio Preto, estado de São Paulo entre setembro de 1990 a agosto de 2002. Um fator socioeconômico produzido por meio da técnica de análise de componentes principais foi responsável por 87% da variação total da incidência de dengue apenas no ano de 1994-1995. No restante do período, os autores concluíram que existe ausência de associação entre o risco de ocorrência de dengue e os níveis socioeconômicos.

Tendo também como área de estudo o município de São José do Rio Preto, o objetivo do estudo de Scandar (2007) consistiu em analisar a distribuição espacial dos casos de dengue e a relação com fatores entomológicos, ambientais e socioeconômicos no período compreendido entre os anos de 1990 a 2005. O autor utilizou como metodologias, técnicas de georreferenciamento e análise espacial de dados. Foram georreferenciados 14.554 casos de dengue e pôde-se observar que as maiores notificações de casos de dengue foram nas regiões leste e centro. Com base nos resultados, o autor verificou que as regiões que apresentaram maiores casos de dengue são aquelas que possuem maior densidade demográfica e níveis de renda e escolaridade médios. Ainda, foi possível observar que a precipitação pluviométrica e a temperatura não influenciaram a notificação de dengue, contudo, o índice de relação predial mostrou-se significativo.

Machado *et al.* (2009) analisaram a relação entre as condições de vida e a ocorrência da dengue além de investigar a possível relação entre as desigualdades socioeconômicas e variações temporais da notificação da doença por bairros do município de Nova Iguaçu, Estado do Rio de Janeiro, no período de 1996 a 2004. Como metodologia foi empregada uma análise espaço-temporal, utilizando a notificação acumulada como medida de análise da ocorrência de dengue. Os resultados obtidos apontaram que população foi atingida de forma semelhante quando comparados os sexos, com predominância de maiores notificações em adultos de 20 a 49 anos e os bairros com as maiores notificações são os mesmos bairros que tiveram alta notificação no período anterior. O padrão de ocorrência encontrado neste estudo aponta para o maior risco de dengue em áreas heterogêneas quanto às condições de vida e localizadas nas proximidades das vias de acesso.

Machiner *et al.* (2009) analisaram a distribuição dos casos de dengue notificados de 2001 a 2005 em 14 municípios que integram o Escritório Regional de Saúde de Sinop no Estado de Mato Grosso. Por intermédio de análise descritiva, os autores observaram que, dentre os 6.789 casos de dengue notificados, a maior incidência ocorreu nos municípios de Cláudia, Vera e Sorriso com predominância para a faixa etária entre 35 a 49 anos para ambos os sexos. O estudo também identificou uma associação positiva entre a distribuição de dengue e o saneamento inadequado, o crescimento populacional elevado e desorganizado e a pluviosidade. A partir do resultado da regressão linear realizada, verificou-se que para cada nova notificação de dengue, deve haver um repasse financeiro para as campanhas de combate à dengue no montante de R\$ 250,64.

Carneiro e Candeias (2010) analisaram os fatores que caracterizam um ambiente mais propício para a proliferação da dengue nos bairros do Recife. A metodologia utilizada pelos autores para alcançar o objetivo proposto foi o Sistema de Informações Geográficas (SIG). A base de dados foi subdividida em seis distritos sanitários no período compreendido entre os anos de 2000 a 2006. Por meio de mapeamentos, os resultados do estudo sugeriram que os casos de dengue no município do Recife podem ser explicados pelo adensamento populacional e pela falta de vegetação na área urbana.

Baseado também na aplicação das técnicas de SIG, Leite (2010) tinha como objetivo analisar a possibilidade de relação entre a dengue e indicadores sociais, notadamente a renda, o saneamento básico, a densidade populacional e a escolaridade, na cidade de Montes Claros, no Estado de Minas Gerais, no ano de 2007. Os resultados revelaram que nas áreas de menor renda, com maior densidade populacional e com menor acesso ao saneamento, o número de casos de dengue foi elevado enquanto que na parte oeste da cidade, onde predomina a população de renda mais alta, o número de registros de dengue foi menor.

Diante do exposto nesta breve revisão da literatura empírica, pôde-se verificar que os estudos que possuíam como objetivo geral analisar os determinantes da dengue no Brasil por meio de variáveis socioeconômicas e demográficas, utilizaram como metodologia, basicamente, análise espacial de dados, geoprocessamento e sistemas de informação geográfica. Neste contexto, ressalta-se que este estudo contribui para a literatura pelo fato de buscar os determinantes dos casos de dengue

para 3878 municípios brasileiros e não somente para uma região ou município de forma isolada, como os demais trabalhos pesquisados. Além disso, o presente trabalho também contribui para a literatura empírica quando se propõe utilizar como metodologia a Econometria Espacial, mais especificamente, o método de Regressões Ponderadas Geograficamente (RPG), uma vez que o mesmo fornece respostas locais e, portanto, será possível verificar a influência das variáveis demográficas e socioeconômicas para cada um dos 3878 municípios amostrados, controlando para os efeitos espaciais.

### 3. Procedimentos metodológicos e base de dados

#### 3.1. Modelo local de notificação de dengue com dependência espacial – RPG

O crescimento urbano propicia grande fonte de indivíduos suscetíveis e infectados concentrados em áreas restritas. Este fato, associado às condições socioeconômicas precárias proporcionam condições ecológicas favoráveis à transmissão dos vírus da dengue (LINES *et al.*, 1994) pelo mosquito *Aedes aegypti*, seu principal vetor, que se adaptou perfeitamente a esse ambiente, através do processo conhecido como domiciliação<sup>5</sup> (FORATTINI, 1992). A partir de tais informações, o modelo a ser estimado com o intuito de identificar os fatores socioeconômicos e demográficos determinantes da epidemia de dengue ocorrida em 2010 pode ser representado pela seguinte equação:

$$\ln(\text{dengue}) = \alpha + \beta_1 IFDM + \beta_2 DENS + \varepsilon \quad (3.1)$$

onde a variável dependente é o logaritmo da notificação de dengue; *IFDM* é o Índice Firjan de Desenvolvimento Municipal e *DENS* denota a densidade demográfica.  $\varepsilon$  é o termo de erro aleatório tal como um ruído branco.  $\alpha$  e  $\beta$  referem-se aos coeficientes a serem estimados.

Cabe salientar que este estudo não utilizará variáveis climáticas tendo em vista que o Brasil é reconhecidamente uma zona suscetível à incidência da dengue pelo fato de sua extensão territorial estar geograficamente localizada em área tropical.

A técnica de regressão linear global estima um vetor de parâmetros  $\beta$ s que relaciona as variáveis explicativas à variável dependente. Todavia, quando essa técnica é aplicada para dados espaciais, algumas questões concernentes à estabilidade desses parâmetros no espaço surgem (auto correlação e heterogeneidade espaciais) podendo enviesar, tornar inconsistentes e ineficientes os resultados obtidos por estes modelos. O termo heterogeneidade espacial dos parâmetros diz respeito às variações nas relações entre as variáveis ao longo do espaço. Essas diferentes relações são expressas por diferentes coeficientes das regressões.

No caso extremo, há uma regressão para cada unidade seccional espacial analisada. Existem algumas abordagens econométricas que buscam modelar essa heterogeneidade espacial no modelo de regressão. A metodologia conhecida por Regressões Ponderadas Geograficamente – RPG (*Geographically Weighted Regression – GWR*) desenvolvida por Brundson, Fotherighan e Charlton (1996) é um dos exemplos. RPG é uma técnica que permite a modelagem dos relacionamentos que variam no espaço por introduzir pesos baseados na distância para prover estimativas de  $\beta_{ki}$  para cada variável  $X_k$  e cada localização geográfica  $i$  (CHASCO *et al.*, 2007).

A ideia de atribuir pesos para cada observação a partir de um ponto de calibragem incorpora o conceito de que a importância relativa diminui com a distância do ponto analisado. Em outras palavras, subconjuntos de dados são criados em torno de determinados pontos onde a influência das observações é reduzida à medida que se tornam mais distantes do ponto de calibragem

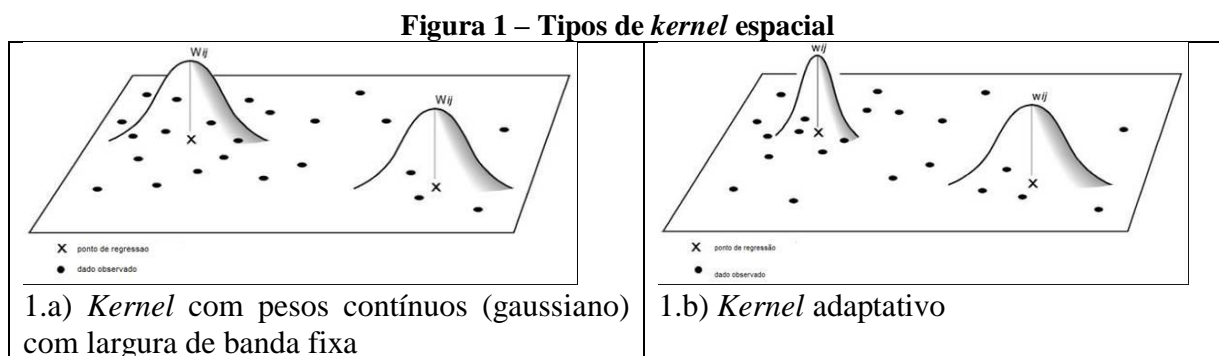
<sup>5</sup> Processo de domiciliação do vetor transmissor da dengue refere-se ao fato de que o mosquito *Aedes aegypti*, para sua sobrevivência nos atuais nichos artificiais construídos pela ação humana, passaram a possuir hábitos urbano-domésticos (domiciliares) utilizando-se de diversos tipos de criadouros domiciliares.

(FOTHERIGHAN *et al.*, 2002). Assim, a estimação do modelo local de notificação de dengue para o ano de 2010 terá a seguinte especificação econométrica:

$$\ln(dengue_j) = \alpha(u_i, v_i) + \beta_1(u_i, v_i)IFDM_j + \beta_2(u_i, v_i)DENS_j + \varepsilon_j \quad (3.2)$$

em que  $\ln(dengue)$  refere-se às notificações de dengue linearizadas para cada município  $j$ ;  $(u_i, v_i)$  representam as coordenadas do ponto  $i$  no espaço,  $\beta_1(u_i, v_i)$  e  $\beta_2(u_i, v_i)$  representam os efeitos marginais das estimativas locais do IFDM e da densidade demográfica, respectivamente, de cada município contemplado por este estudo.

A estimação de  $\beta_1(u_i, v_i)$  e  $\beta_2(u_i, v_i)$  é feita por mínimos quadrados ponderados, em que os pesos modificam-se sob influência da proximidade com o ponto de regressão  $i$ , e são definidos pela função  $W(u_i, v_i)$ , ou *kernel* espacial. A matriz  $W(u_i, v_i)$  representa os pesos  $w_{ij}$  baseados na distância entre a observação no ponto  $i$  e as demais observações da sub-amostra selecionada pela “janela móvel”, e definidos pela função do *kernel* espacial. Há diversas maneiras de se definir a matriz de ponderação  $W(u_i, v_i)$ , conforme a distância da observação  $j$  em relação ao ponto de regressão  $i$  ( $d_{ij}$ ). A Figura 1 (1.a e 1.b) apresenta os tipos de *kernel*, fixo e adaptativo.



Fonte: adaptado de Fotherighan *et al.* (2002).

O modelo RPG pode ser comparado a um modelo de regressão linear clássico de coeficientes globais por meio de um teste ANOVA. A hipótese nula do teste ANOVA é que o modelo RPG não melhora os resultados do modelo de regressão linear clássico, e é avaliado por meio de um teste que segue uma distribuição  $F$  de Fisher-Snedecor.

Adicionalmente, os coeficientes locais estimados para uma variável explicativa podem ser avaliados por intermédio de um teste de significância de Monte Carlo: caso não haja uma variabilidade espacial significativa, a hipótese nula de estacionariedade espacial se sustenta. O desvio padrão dos coeficientes locais é usado para computar a estatística do teste. O desvio padrão observado é comparado com valores simulados do desvio padrão obtidos por meio de sucessivas realocações aleatórias das observações nas regiões em estudo. Os valores obtidos (simulados e observado) são classificados, e a posição ocupada no *rank* pelo desvio padrão observado é usada para o cálculo do  $p$ -valor:

$$p\text{-valor} = 1 - \text{rank}/n, \quad (3.3)$$

onde  $n$  é o número de simulações.

Em resumo, ao possibilitar a estimação dos parâmetros considerando sua variabilidade espacial, a metodologia RPG soluciona uma importante fonte de má-especificação, qual seja, a omissão da heterogeneidade espacial nos parâmetros em nível municipal. Além disso, os efeitos de

auto correlação espacial podem ser considerados localmente, caso uma avaliação dos resíduos do modelo RPG mostrem a presença de auto correlação espacial.

É patente que a metodologia RPG logra êxito em modelar o efeito espacial representado pela heterogeneidade espacial extrema, manifestada nos coeficientes (de intercepto quanto de inclinação). Cabe ressaltar também que, quanto ao segundo efeito no espaço possivelmente existente, qual seja, a auto correlação espacial, pode ser levada em conta tanto global quanto localmente. A metodologia RPG pode, ainda, aninhar os dois efeitos conjuntamente.

Um primeiro caso de controle para efeitos espaciais é a situação em que a incidência de dengue é influenciada pela incidência de dengue das regiões vizinhas. Para ver isso, considere o modelo local de notificação de saúde, incorporando a auto correlação espacial (modelo de defasagem espacial – SAR - local) na forma da variável dependente defasada espacialmente dentro da metodologia RPG:

$$\ln(dengue_j) = \alpha(u_i, v_i) + \rho(u_i, v_i)W \ln(dengue_j) + \beta_1(u_i, v_i)IFDM_j + \beta_2(u_i, v_i)DENS_j + \varepsilon_j \quad (3.4)$$

em que  $W \ln(dengue_j)$  é a variável dependente defasada espacialmente de acordo com uma matriz de ponderação espacial buscando verificar se a incidência de dengue dos vizinhos possui impacto na região analisada. Caso seja verificado o transbordamento da incidência de dengue dos municípios vizinhos sobre a incidência de dengue do município analisado (no caso em que  $\rho$  for estatisticamente significativo), os formuladores de políticas públicas municipais devem agir de forma conjunta para combater e controlar eficazmente a epidemia de dengue, haja visto que tal transbordamento pode amortecer ou elevar a incidência de dengue no município em questão.

Por intermédio da equação (3.4) pode-se observar que o intercepto é estimado localmente,  $\alpha(u_i, v_i)$ . O parâmetro espacial  $\rho$  fornece a informação a respeito do grau de auto correlação espacial. Contudo, nesta especificação,  $\rho(u_i, v_i)$  é um coeficiente espacial estimado localmente. Em outros termos, para cada município  $j$ , tem-se a informação local de qual é a magnitude do valor de  $\rho$  e o seu sinal, positivo ou negativo.

Devido à presença da variável endógena  $W \ln(dengue_j)$ , deve-se estimar o modelo SAR local pelo método de variáveis instrumentais. Esse método consiste de dois estágios: no primeiro estágio, deve-se estimar uma regressão auxiliar em que as variáveis a serem utilizadas como instrumentos para  $W \ln(dengue_j)$  serão as variáveis explicativas defasadas espacialmente, desde que garantidos os pressupostos de forte correlação destas com  $W \ln(dengue_j)$  e exogeneidade (ausência de correlação das variáveis defasadas espacialmente com o termo de erro). A garantia desses dois pressupostos elimina o problema de endogeneidade para  $W \ln(dengue_j)$  estimada. De posse das estimativas para  $W \ln(dengue_j)$ , torna-se possível estimar o modelo SAR local. Esse é o único modelo econométrico-espacial local considerado em Fotherighan *et al.* (2002).

São desenvolvidos, neste estudo, dentro da abordagem de RPG, dois outros modelos econométrico-espaciais locais a seguir. Ao invés de a incidência de dengue nos vizinhos ser o efeito espacial, este pode se manifestar no termo de erro, caracterizando efeitos não-modelados (ou aleatórios) que estejam auto correlacionados espacialmente. Assim, o modelo de erro espacial (SEM) local pode ser expresso:

$$\ln(dengue_j) = \alpha(u_i, v_i) + \beta_1(u_i, v_i)IFDM_j + \beta_2(u_i, v_i)DENS_j + \xi_j \quad (3.5a)$$

$$\xi_j = \lambda(u_i, v_i)W \xi_j + \varepsilon_j \quad (3.5b)$$

Na qual permanece a mesma notação como antes, com exceção de  $\xi_j$  que trata-se de um termo de erro auto correlacionado espacialmente e de  $\lambda$  que refere-se ao coeficiente espacial, estimado

localmente. Sob condições de não-normalidade dos resíduos e de heterocedasticidade, o modelo SEM deve ser estimado seguindo o procedimento de Mínimos Quadrados Generalizados Exequíveis (MQGE). Na implementação do procedimento, o primeiro passo é estimar o modelo local de notificação de dengue. Após, defasa-se os resíduos, estimados localmente, desse modelo. O terceiro passo envolve estimar novamente o modelo incluindo os resíduos defasados espacialmente ( $W\xi_j$ ) a fim de obter estimativas consistentes de  $\lambda$ . De posse das estimativas locais de  $\lambda$ , as variáveis são filtradas do seguinte modo:

$$\ln(dengue)_j^* = \ln(dengue)_j - \lambda(ui, vi)W\ln(dengue)_j \quad (3.6a)$$

$$IFDM_j^* = IFDM_j - \lambda(ui, vi)WIFDM_j \quad (3.6b)$$

$$DENS_j^* = DENS_j - \lambda(ui, vi)WDEN)_j \quad (3.6c)$$

O passo final é estimar o modelo SEM com as variáveis transformadas pelo processo de filtragem espacial das variáveis à la Cochrane-Orcutt.

Outro modelo é o regressivo cruzado espacial (SLX) local, procurando investigar se existem transbordamentos das variáveis independentes. Pode-se, assim, especificar o modelo RPG com dependência espacial na forma de transbordamentos espaciais para o modelo local de notificação de dengue:

$$\ln(dengue_j) = \alpha(u_i, v_i) + \beta_1(u_i, v_i)IFDM_j + \delta_1(u_i, v_i)W(IFDM_j) + \beta_2(u_i, v_i)DENS_j + \delta_2(u_i, v_i)W(DENS_j) + \varepsilon_j \quad (3.7)$$

em que  $WIFDM_j$  e  $WDENS_j$  são as variáveis independentes defasadas espacialmente segundo um critério construído por uma matriz de ponderação espacial. Os coeficientes  $\delta_k(u_i, v_i)$  são estimados localmente. Isso significa que para cada município há um coeficiente indicando o grau da dependência espacial referente ao transbordamento espacial de uma variável ( $WIFDM_j$  ou  $WDENS_j$ ) específica, dado por  $\delta_k(u_i, v_i)$ . Essa é uma informação que pode ser muito útil para a formulação de políticas públicas, tendo em vista de que o problema estudado pode ser atenuado ou acentuado pelas condições sócio demográficas das regiões vizinhas. Sendo assim, as políticas públicas devem considerar as externalidades (positivas ou negativas) das regiões circunvizinhas e não somente da região analisada.

Caso as estatísticas para a presença de auto correlação espacial não sejam significativas, utiliza-se o modelo RPG tradicional como o mais apropriado. Caso contrário, há de se estimar o modelo RPG com a especificação indicada pela hipótese alternativa (defasagem espacial, erro espacial ou regressivo cruzado espacial). O *software GWR 4.0* é o programa utilizado para estimar o modelo local de notificação de dengue. Em virtude do *software* não contemplar a dimensão temporal dos dados, a estimação foi realizada para 3878 municípios no ano de 2010. Para permitir um mesmo número de vizinhos entre os municípios, um *kernel* adaptativo com uma forma bi-quadrado foi escolhido para estimar as regressões. A largura de banda foi escolhida levando em consideração os resultados para a minimização do critério de informação Akaike (AIC).



### 3.2. Descrição da base de dados

Os dados sobre ocorrência de dengue foram obtidos no Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN)<sup>6</sup>, o indicador socioeconômico foi extraído da Federação das Indústrias do Rio de Janeiro (FIRJAN)<sup>7</sup> enquanto a variável demográfica, densidade, foi obtida junto ao Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)<sup>8</sup>.

A variável dependente [ $\ln(dengue)$ ] é o logaritmo natural dos casos notificados de dengue relativo ao ano de 2010. Essa variável indica a notificação da dengue nos 3878 municípios para os quais havia disponibilidade de dados.

O Índice FIRJAN de Desenvolvimento Municipal (IFDM) considera, com igual ponderação, as três principais áreas de desenvolvimento humano: IFDM Emprego e Renda - média ponderada de três indicadores (Geração de emprego formal, Estoque de emprego formal e Salários médios do emprego formal) extraídos de duas bases do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE): a Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) e o Cadastro Geral de Empregados e Desempregados (CAGED); IFDM Educação - Média ponderada de seis indicadores (Taxa de matrícula na educação infantil, Taxa de abandono, Taxa de distorção idade-série, Percentual de docentes com ensino superior, Média de horas-aula diárias, Resultado do IDEB) extraídos de duas bases do Ministério da Educação (MEC): o Censo Escolar e o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB). No caso do IDEB, que é bienal, utiliza-se sempre o último resultado disponível; IFDM Saúde - Média ponderada de três indicadores (Número de consultas pré-natal, Óbitos por causas mal definidas e Óbitos infantis por causas evitáveis) extraídos de duas bases do Ministério da Saúde: o Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM) e o Sistema de Informações sobre Nascidos Vivos (SINASC).

O IFDM possibilita o acompanhamento dos 3878 municípios brasileiros amostrados com base exclusiva em dados oficiais. O IFDM varia entre 0 e 1 e, quanto mais próximo de 1, mais desenvolvido o município. Diante disso, espera-se que quanto mais desenvolvido o município, menor seria a notificação de dengue, uma vez que as condições de precariedade social que proporcionam condições ecológicas favoráveis à transmissão dos vírus da dengue pelo mosquito *Aedes aegypti* seriam amenizadas e a população seria mais esclarecida evitando a propagação do vírus.

A densidade demográfica mensurada como a razão entre a população residente e a área do município em questão, isto é, habitante por km<sup>2</sup>, é uma variável que foi mensurada pelo IBGE a partir dos dados do último censo realizado no País, o Censo 2010. A densidade populacional é fator fundamental para se definir o padrão de transmissão da dengue, pois uma concentração maior de indivíduos em uma determinada região favorece o contato com o vetor e a transmissão pode persistir por mais tempo, ao encontrar grupos maiores de suscetíveis. Assim, pode-se intuir que a variável densidade populacional apresenta correlação positiva com o número de casos dengue, ou seja, quanto maior a densidade populacional, maior deveria ser a notificação dos casos de dengue.

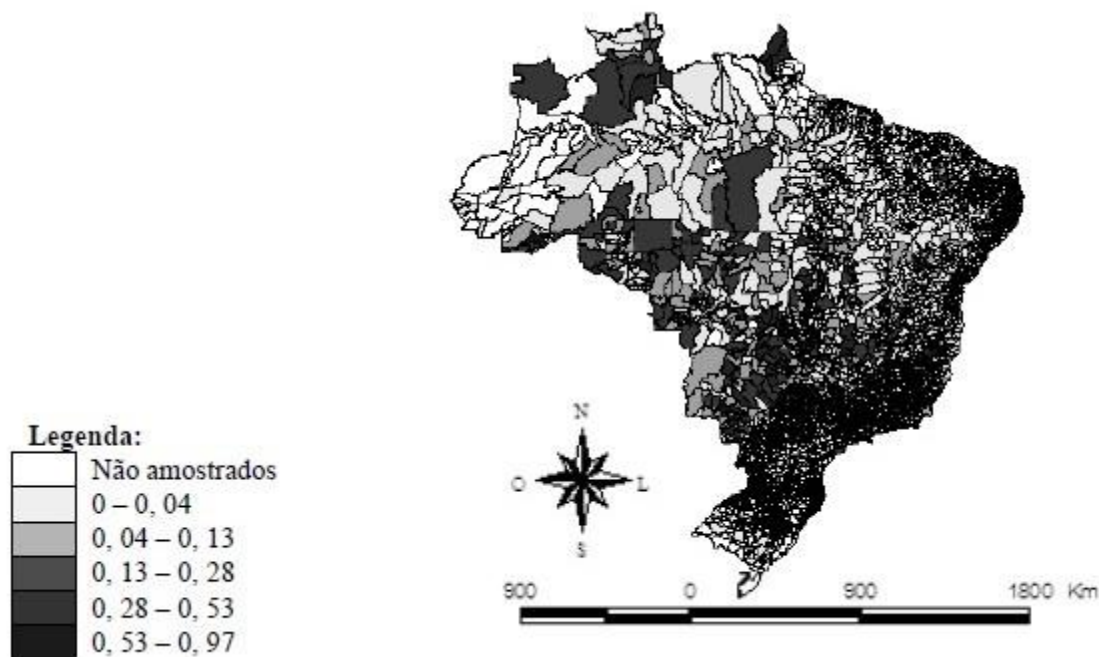
## 4. Resultados e discussão

Como análise exploratória dos dados espaciais, pode-se perceber que a maior notificação de dengue no ano de 2010 ocorreu nas regiões Sul, Sudeste e Nordeste (Mapa 1). De fato, as regiões Sudeste e Nordeste têm sido constantemente assoladas por graves epidemias de dengue nos anos recentes.

<sup>6</sup>Dados disponíveis em: <<http://dtr2004.saude.gov.br/sinanweb/>>

<sup>7</sup>Dados disponíveis em: <<http://www.firjan.org.br/data/pages/2C908CE9229431C90122A3B25FA534A2.htm>>

<sup>8</sup>Dados disponíveis em: <<http://sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=1301&n=6&z=t&o=3>>

**Mapa 1 - Mapa percentílico das notificações de dengue nos municípios brasileiros, 2010**

Fonte: Elaboração dos autores a partir do *software ArcView 9.3*.

Com o intuito de verificar os determinantes socioeconômicos da notificação de dengue, os modelos de regressão linear global e local foram estimados. Em relação aos resultados do modelo global, constantes na Tabela 1, a hipótese de que maior densidade populacional acarreta maior notificação de dengue foi confirmada. Todavia, a variável socioeconômica (IFDM) apresentou coeficiente contrário ao esperado, resultado semelhante ao encontrado por Scandar (2007). Esse resultado indica que a enfermidade pode ocorrer mesmo em municípios com padrão socioeconômico elevado e pode ser devido ao fato de que os municípios com maiores IFDM são os que possuem maiores taxas de urbanização e, conseqüentemente, maior densidade populacional estando mais suscetível ao processo de domiciliação.

Diante disso, e tendo em mente que o vírus da dengue pode ser considerado um vetor altamente domiciliado (Brasil, 2012), esta correlação positiva entre IFDM e notificação dos casos de dengue parece ter aderência à realidade dos municípios brasileiros. Entretanto, cabe notar que, apenas, 6% da variação da notificação de dengue é explicada pelo modelo de coeficientes globais como pode ser verificado por meio do  $R^2_{global}$  (0,06).

Diante disso, a fim de avaliar se o modelo local de notificação de dengue se ajusta melhor aos dados, o mesmo foi comparado ao modelo linear clássico de coeficientes globais. Por intermédio das estatísticas de qualidade de ajuste da regressão, dispostas na Tabela 1, é possível inferir que o modelo RPG ajusta-se melhor aos dados em relação ao modelo global, pois o valor do critério de informação de Akaike é menor para o modelo local de notificação de dengue ( $AIC_{RPG}$ : 14101,82 <  $AIC_{global}$ : 15966,81). Dessa forma, uma regressão de notificação de dengue para cada unidade espacial (municípios) é mais adequada. Outra questão que sugere que o modelo estimado por RPG é superior ao modelo global é o fato de que 47% da variação da notificação de dengue ser explicada pelo modelo RPG, ajuste bem acima dos 6% observados no modelo global.

**Tabela 1 - Resultados do modelo de coeficientes globais estimados para a variável a notificação de dengue nos municípios brasileiros, 2010**

VARIÁVEL	Modelo Global
IFDM	0,41***
DENS	0,13***
Constante	3,23***
$AIC_{global}$	15966,81
$AIC_{RPG}$	14101,82
$\bar{R}^2_{global}$	0,06
$\bar{R}^2_{RPG}$	0,47
Teste $F$	6,16***
Autocorrelação espacial dos resíduos	Ausente
Nº de observações	3878

Fonte: Elaboração dos autores a partir do *software GWR4*.

Notas: \* p-valor<0.1; \*\* p-valor<0.05; \*\*\* p-valor<0.01.

Erros-padrão entre parênteses.

Para corroborar a pressuposição de melhor ajuste do modelo RPG em relação ao modelo de coeficientes globais, o teste ANOVA, cuja hipótese nula é a de que o modelo RPG não melhora os resultados do modelo clássico de regressão, deve ser analisado. Por meio da estatística  $F$  cujo valor foi de 6,16, pode-se perceber que há a rejeição da hipótese nula sugerindo, portanto, que o modelo RPG é o mais adequado para estimar a notificação de dengue nos 3878 municípios brasileiros no ano de 2010.

Os resultados do teste de Monte-Carlo, por sua vez, indicam se os parâmetros locais estimados exibem não-estacionariedade espacial. Na Tabela 2 são apresentados os resultados do teste. Observa-se que, considerando o fato de que valores positivos do *Diff-Criterion* sugerem que, além da constante, a variável relativa à densidade demográfica apresenta variabilidade espacial.

**Tabela 2 - Resultados do teste para variabilidade espacial (teste de significância de Monte-Carlo)**

	Modelo Clássico	
	$F$	<i>Diff-Criterion</i>
IFDM	1,9889	38,4071
DENS	2,3917	-17,1283
Constante	7,5044	-666,6993
Nº de observações	3878	

Fonte: Elaboração dos autores a partir do *software GWR4*.

Notas: Valores positivos do *Diff-Criterion* sugerem que não há variabilidade espacial.

Os resíduos do modelo RPG foram analisados quanto à auto correlação espacial por meio da estatística  $I$  de Moran. Foram testadas diversas matrizes de ponderação espacial (rainha, torre,  $k$ -vizinhos com  $k = 1, \dots, 20$ ), as quais não indicaram presença de dependência espacial remanescente nos resíduos para o modelo local de notificação de dengue. Portanto, não houve evidências de externalidades e transbordamentos dos municípios vizinhos sugerindo aos *policy makers* que os esforços de políticas de saúde pública devem ser concentrados no próprio município de atuação.

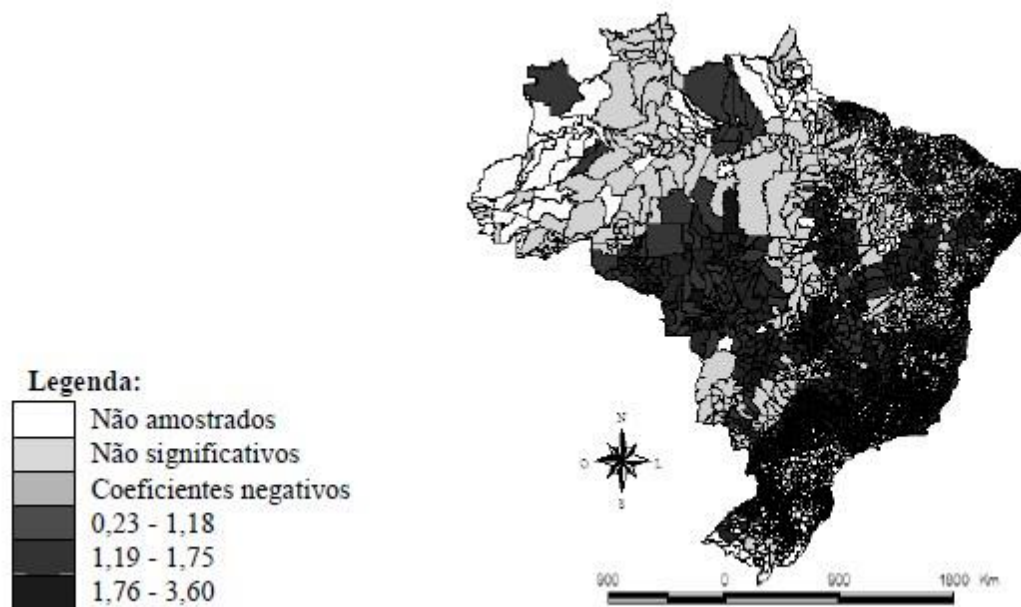
Assim, no caso dos 3878 municípios analisados, além da constante, a densidade demográfica possui resposta local.

Diante do exposto, à mercê da discussão sobre os efeitos das condições socioeconômicas sobre a dengue encontrada na literatura, neste estudo, a variável socioeconômica IFDM não se mostrou significativa para explicar as notificações de dengue nos municípios brasileiros em nível local. Assim, pode-se argumentar que, independentemente do nível de desenvolvimento dos municípios brasileiros, todos estão suscetíveis à proliferação dos casos de dengue. Resultado semelhante foi encontrado por Mondini e Chiaravalloti Neto (2007) e Machado *et al.* (2009), uma vez que tais estudos verificaram que a distribuição espacial da incidência de dengue ocorreu de forma heterogênea e independente do nível socioeconômico das regiões analisadas.

Quanto ao efeito da densidade demográfica sobre os casos de dengue, devido ao grande número de parâmetros estimados (3878), os coeficientes locais estimados pelo modelo RPG são apresentados no Mapa 2. Para a melhor compreensão da notificação de dengue nos municípios brasileiros, os coeficientes estimados referentes à densidade populacional foram distribuídos de acordo com a escala de cores que segue a distribuição de  $\frac{1}{2}$  desvio-padrão em relação à média (1,47). Quanto mais escuros os tons de cores, maior é o efeito da densidade populacional sobre as notificações de dengue. Vale salientar que somente os parâmetros significativos foram mapeados.

Como pode ser observado pela inspeção visual do Mapa 2, os municípios que possuem maiores notificações de dengue são os municípios localizados nas regiões Sul e Sudeste do País assim como na faixa litorânea do Nordeste. Esse resultado comprova o fato de que a densidade populacional parece exercer papel importante para explicar as epidemias de dengue, haja visto que essas regiões brasileiras são as que apresentam as maiores concentrações de habitantes por km<sup>2</sup>.

**Mapa 2 - Mapa do coeficiente local estimado para o efeito da densidade demográfica dos municípios brasileiros sobre as notificações de dengue, 2010**



Fonte: Elaboração dos autores a partir do *software* ArcView 9.3.

A densidade demográfica pode ser considerada, portanto, fator fundamental para se definir o padrão de transmissão da dengue, pois um número maior de indivíduos por Km<sup>2</sup> em um município favorece o contato com o vetor por mais tempo, ao encontrar grupos maiores de suscetíveis. Esse processo, por sua vez, pode ter sido reforçado pelo rápido crescimento demográfico associado à intensa e desordenada urbanização o que favorece o aumento de produção de resíduos não orgânicos criando condições propícias à proliferação do mosquito transmissor da dengue.

Diante dos resultados obtidos por esse estudo, a densidade populacional apresenta correlação positiva com o risco de se contrair dengue. Ao mesmo tempo, deve-se atentar para o fato de que maior notificação de dengue do tipo clássico apresenta correlação positiva com o risco de contrair dengue hemorrágico, ou seja, um município que possui uma elevada notificação de dengue aumenta a probabilidade de um indivíduo contrair a dengue hemorrágica o que pode ocasionar o óbito do indivíduo infectado além de aumentar os prejuízos econômicos e financeiros dos municípios que sofrem a epidemia de dengue.

A densidade populacional como um dos fatores importantes para explicar a incidência da dengue também foi encontrada nos estudos de De Simone *et al.* (2004), Scandar (2007), Machiner *et al.* (2009) e Carneiro e Candeias (2010). Portanto, as políticas públicas de combate à proliferação da dengue devem ser direcionadas para as áreas de maior adensamento populacional.

Vale discorrer também sobre os coeficientes negativos e significativos relativos à variável densidade demográfica. Alguns municípios que apresentaram sinal inverso ao esperado relativo à densidade populacional concentram-se na mesorregião de Sertões Cearenses (Tamboril, Boa Viagem, Monsenhor Tabosa, Pedra Branca e Mombacá). A densidade demográfica atuando em sentido contrário sobre a notificação de dengue pode estar associado ao fato de que essa mesorregião cearense apresenta níveis de urbanização intermediários - segundo dados divulgados pelo IBGE, 54,75% da população vive em áreas urbanas - além de possuírem baixa densidade demográfica, pois estes municípios concentram, apenas, 10,3% da população do Estado do Ceará.

## 5. Considerações finais

A identificação dos fatores que contribuem para o movimento ascendente da curva epidêmica da dengue tem sido discutida na literatura desde que a doença se tornou de notificação compulsória. Muito se tem especulado sobre a importância de variáveis socioeconômicas e demográficas sobre notificação de dengue, auxiliando na tomada de decisão por parte dos órgãos públicos competentes. Visando contribuir para essa discussão, o presente trabalho buscou identificar os condicionantes socioeconômicos e demográficos dos casos de dengue, em termos locais, para 3878 municípios brasileiros no ano de 2010, ano recorde de casos de dengue e mortes causadas pela doença.

A heterogeneidade espacial pôde ser contemplada em sua forma extrema por intermédio das Regressões Ponderadas Geograficamente (RPG) por meio de um modelo RPG sem correção para dependência espacial. Sendo assim, a ausência de auto correlação espacial remanescente nos resíduos mostra para os *policy makers* que não há a ocorrência de externalidades e transbordamentos de incidência de dengue de um município vizinho para o outro. Com isso, os esforços de controle e combate à dengue devem ser concentrados no espaço territorial do município.

Os resultados do modelo RPG mostraram que houve variabilidade espacial nos parâmetros para a densidade demográfica. Portanto, à mercê da discussão sobre os efeitos das condições socioeconômicas sobre a dengue na literatura, neste estudo, a variável socioeconômica IFDM não se mostrou significativa para explicar as notificações de dengue nos municípios brasileiros em nível local. Diante disso, pode-se argumentar que, independentemente do nível de desenvolvimento, os municípios estão suscetíveis à proliferação dos casos de dengue.

Quanto à hipótese de que a densidade demográfica eleva a notificação local de dengue, os resultados do presente trabalho confirmaram tal hipótese, exceto para uma parcela dos municípios da região Norte, do interior do Nordeste e interior do Centro-Oeste, onde a questão do efeito da densidade demográfica sobre os casos de dengue demonstrou-se inconclusiva para o período considerado neste trabalho em virtude da não significância dos parâmetros estimados.

Em média, o impacto da densidade demográfica sobre a notificação de dengue encontrada neste trabalho foi de 1,47 para o ano de 2010, isto é, a cada 1 habitante por km<sup>2</sup> adicional ocorre, em média, elevação de 1,47% nos casos de dengue. O mapeamento dos resultados do efeito da densidade demográfica sobre a notificação de dengue demonstrou certa concentração geográfica nas regiões Sul e Sudeste e na faixa litorânea do Nordeste. A densidade demográfica pode ser considerada, portanto, fator fundamental para se definir o padrão de transmissão da dengue.

Nesse cenário, formuladores de políticas municipais de saúde devem promover políticas de conscientização da população para os riscos e perigos de se contrair a dengue, atentar a população para o fato que a maioria dos criadouros do mosquito *Aedes Aegypti* se dá no âmbito doméstico aliado a políticas municipais paliativas de curto prazo como vigilância e controle de criadouros do mosquito transmissor de maneira mais intensa. Em outras palavras, para controlar a doença causada pelo mosquito da dengue, é necessária uma ação conjunta da população, governo e instituições públicas e privadas para a promoção do controle da doença.

O entendimento dos condicionantes da dengue é de grande importância, pois deve-se atentar para o fato de que um município com elevada notificação de dengue aumenta a probabilidade de um indivíduo contrair a dengue hemorrágica o que pode ocasionar o óbito do indivíduo infectado. Sendo assim, a dengue constitui um grave problema de saúde pública, reduz o bem-estar das pessoas e sua produtividade além de inibir os ganhos financeiros advindos com o turismo no País. Ademais, os gastos destinados ao combate ou, ao menos, ao controle da dengue poderiam ser destinados a outras áreas da economia, tais como, infraestrutura e educação.

## Referências

- Barcellos, C.; Pustai, A. K.; Weber, M. A.; Brito, M. R. V. Identificação de locais com potencial de transmissão de dengue em Porto Alegre através de técnicas de geoprocessamento. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 2005.
- Barreto, M. L.; Teixeira, M. G.; Bastos, F. I.; Ximenes, R. A. A.; Barata, R. B.; Rodrigues, L. C. *Sucessos e fracassos no controle de doenças infecciosas no Brasil: o contexto social e ambiental, políticas, intervenções e necessidades de pesquisa*. Séries: Saúde no Brasil, 3º fascículo, 2011.
- Brasil, Ministério da Saúde, Dengue. Disponível em: <<http://portalsaude.saude.gov.br/index.php/o-ministerio/principal/secretarias/svs/dengue>>. Acesso em: 04/01/2012.
- Brundson, C.; Fotherighan, S. A.; Charlton, M. E. Geographically Weighted Regression: A Method for Exploring Spatial Nonstationarity. *Geographical Analysis*, v. 28, n. 4, p. 281-298, 1996.
- Carneiro, L. I. S.; Candeias, A. L. B. Análise de dados sócio-econômicos e ambientais na cidade do Recife e a dengue no período: 2000 – 2006. In: III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação. *Anais...* Recife-PE, p. 01-09, 2010.
- Chasco, C. Y.; García, I. G.; Vicéns, J. *Modeling spatial variations in household disposable income with Geographically Weighted Regression*. Munich Personal RePEc Archive. Universidad Autónoma de Madrid, Spain, 2007.
- Consoli, R. A. G. B.; Oliveira, R. L. *Principais Mosquitos de Importância Sanitária no Brasil*. Rio de Janeiro, RJ: Editora Fiocruz, 1994.
- Costa, A. I. P.; Natal, D. Distribuição espacial da dengue e determinantes socioeconômicos em localidade urbana no sudeste do Brasil. *Revista Saúde Pública*, 1998.
- Cunha, R. G.; Fonseca, A. B. M. A epidemia de dengue em 2007-2008 no Município do Rio de Janeiro, RJ, Brasil: uma investigação de seus padrões espaciais e temporais. In: 19º SINAPE - Simpósio Nacional de Probabilidade e Estatística, 2010, São Pedro, SP. *Anais...* São Pedro, SP: ABE, 2010.

- De Simone, T. S.; Nogueira, R. M. R.; Araújo, E. S. M. Dengue virus surveillance: the co-circulation of DENV-1, DENV-2 and DENV-3 in the state of Rio de Janeiro, Brazil. In.: *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, v. 98, p. 553 – 562, 2004.
- FIRJAN. Índice FIRJAN de Desenvolvimento Municipal. Disponível em: <[http://www.firjan.org.br/IFDM/ifdm\\_downloads.html](http://www.firjan.org.br/IFDM/ifdm_downloads.html)>. Acesso em: 15/08/2011.
- Forattini, O. P. *Ecologia, epidemiologia e sociedade*. São Paulo, Artes Médicas, 1992.
- Fotherighan, S. A.; Brundson, C.; Charlton, M. E. *Geographically Weighted Regressions: the Analysis of Spatially Varying Relationships*. John Wiley & Sons Ltd, 2002.
- Leite, M. E. Análise da correlação entre dengue e indicadores sociais a partir do SIG. *Hygeia*, v. 6, n. 11, p. 44-59, 2010.
- Lima-Camara, T. N.; Honório, N. A.; Lourenço-de-Oliveira, R. Frequência e distribuição espacial de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* (Díptera, Culicidae) no Rio de Janeiro, Brasil. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 22, p. 2079-2084, 2006.
- Lines, J.; Harpham, T.; Leake, C.; Schofield, C. Trends, priorities and policy directions in the control of vector-borne diseases in urban environments. *Health Policy Plan*, v. 9, p. 113-29, 1994.
- Machado, J. P; Oliveira, R. M.; Souza-Santos, R. Análise espacial da ocorrência de dengue e condições de vida na cidade de Nova Iguaçu, Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 25, n.5, p. 1025-1034, 2009.
- Machiner, F.; Rodrigues, D. J.; Andrade, E. A. Distribuição de dengue no norte de Mato Grosso, Brasil, 2001-2005. *Cadernos de Saúde Coletiva*, v. 17, n. 3, p. 627-640, 2009.
- Martín, J. L. S.; Brathwaite, O.; Zambrano, B.; Solórzano, J. O.; Bouckenoghe, A.; Dayan, G. H.; Guzman, M. The Epidemiology of Dengue in the Americas over the Last Three Decades: A Worrisome Reality. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, v. 82, n. 1, p. 128-135, 2010.
- Mondini, A.; Chiaravalloti Neto, F. Variáveis socioeconômicas e a transmissão de dengue. *Revista de Saúde Pública*, São Paulo, v. 41, n. 6, p. 923-930, 2007.
- Rouquayrol, M. Z. *Epidemiologia & Saúde*. 4ª Ed. Rio de Janeiro, 1994.
- Scandar, S. A. S. *Análise da distribuição dos casos de dengue e a relação com fatores entomológicos, ambientais e socioeconômicos no município de São José do Rio Preto –SP-Brasil*. 2007. 138f. Tese (Doutorado em Saúde Pública) - Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo. 2007.
- World Health Organization (WHO), *World health statistics 2012*. Disponível em: <http://www.who.int/whosis/whostat/2012/en/index.html>. Acesso em: 05/01/2012