



Revista de Saúde Pública

ISSN: 0034-8910

revsp@usp.br

Universidade de São Paulo

Brasil

Sobral de Almeida, Andréa; de Andrade Medronho, Roberto; Ortiz Valencia, Luís Iván  
Análise espacial da dengue e o contexto socioeconômico no município do Rio de  
Janeiro, RJ

Revista de Saúde Pública, vol. 43, núm. 4, agosto, 2009, pp. 666-673

Universidade de São Paulo

São Paulo, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=67240178013>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal

Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

Andréa Sobral de Almeida

Roberto de Andrade Medronho

Luís Iván Ortiz Valencia

# Análise espacial da dengue e o contexto socioeconômico no município do Rio de Janeiro, RJ

## Spatial analysis of dengue and the socioeconomic context of the city of Rio de Janeiro (Southeastern Brazil)

---

### RESUMO

**OBJETIVO:** Analisar a epidemia de dengue em relação ao contexto socioeconômico segundo áreas geográficas.

**MÉTODOS:** Foi realizado estudo ecológico no município do Rio de Janeiro (RJ), em áreas delimitadas como bairros, a partir de informações de casos de dengue notificados em residentes no município. Foi calculada a taxa de incidência média de dengue entre as semanas epidemiológicas: 48ª de 2001 a 20ª de 2002. A ocorrência de dengue foi correlacionada com variáveis socioeconômicas utilizando-se o coeficiente de correlação de Pearson. Utilizou-se o Índice de Moran global e local para avaliar a autocorrelação espacial da dengue e das variáveis correlacionadas significativamente com a doença. O modelo de regressão linear múltipla e o modelo espacial condicional auto-regressivo foram usados para analisar a relação entre dengue e contexto socioeconômico.

**RESULTADOS:** Os bairros da zona oeste do município apresentaram elevadas taxas de incidência média de dengue. Apresentaram correlação significativa as variáveis: percentual de domicílios ligados à rede sanitária geral, domicílios com lavadora de roupas e densidade populacional por área urbana. O índice de autocorrelação espacial Moran revelou dependência espacial entre a dengue e variáveis selecionadas. Os modelos utilizados apontaram o percentual de domicílios ligados à rede sanitária geral como única variável associada significativamente à doença. Os resíduos de ambos os modelos revelaram autocorrelação espacial significativa, com índice de Moran positivo ( $p < 0,001$ ) para o de regressão e negativo ( $p = 0,005$ ) para o espacial condicional auto-regressivo.

**CONCLUSÕES:** Problemas relacionados ao saneamento básico contribuem decisivamente para o aumento do risco da doença.

**DESCRIPTORES:** Dengue, epidemiologia. Fatores de Risco. Fatores Socioeconômicos. Vigilância Epidemiológica. Estudos Ecológicos.

Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ, Brasil

**Correspondência | Correspondence:**  
Andréa Sobral de Almeida  
Universidade Federal do Rio de Janeiro  
Praça Jorge Machado Moreira, no. 100  
Cidade Universitária  
21941598 Rio de Janeiro, RJ, Brasil  
E-mail: asasobral@gmail.com

Recebido: 18/08/2008  
Revisado: 22/11/2008  
Aprovado: 14/01/2009

---

## ABSTRACT

**OBJECTIVE:** To analyze the dengue epidemic in relation to the socioeconomic context according to geographical areas.

**METHODS:** An ecological study was conducted in the municipality of Rio de Janeiro (Southeastern Brazil), in areas delimited as neighborhoods, based on information about notified dengue cases concerning residents in the municipality. The average incidence rate of dengue was calculated between the epidemiological weeks: 48<sup>th</sup> of 2001 and 20<sup>th</sup> of 2002. The occurrence of dengue was correlated with socioeconomic variables through Pearson's correlation coefficient. Moran's global and local indexes were used to assess the spatial auto-correlation between dengue and the variables that significantly correlated with the disease. The multiple linear regression model and the conditional auto-regression spatial model were used to analyze the relationship between dengue and socioeconomic context.

**RESULTS:** The neighborhoods located in the west zone of the municipality presented high rates of average dengue incidence. The variables presenting significant correlation were: percentage of households connected with the general sanitary network, households with washing machines, and population density per urban area. Moran's spatial auto-correlation index revealed spatial dependence between dengue and the selected variables. The utilized models indicated percentage of households connected with the general sanitary network as the sole variable significantly associated with the disease. The residual figures in both models revealed significant spatial auto-correlation, with a positive Moran Index ( $p < 0.001$ ) for linear regression model, and a negative one ( $p = 0.005$ ) for the conditional auto-regression one.

**CONCLUSIONS:** Problems related to basic sanitation contribute decisively to increase the risk of the disease.

**DESCRIPTORS:** Dengue, epidemiology. Risk Factors. Socioeconomic Factors. Epidemiologic Surveillance. Ecological Studies.

---

## INTRODUÇÃO

A dengue é a arbovirose mais importante do mundo. Cerca 2,5 bilhões de pessoas encontram-se em condições suscetíveis à infecção.<sup>a</sup> Nas últimas décadas, sua expansão atinge os países tropicais, favorecida por características climáticas, ambientais e sociais.

Desde sua reintrodução no Brasil em 1976, o *Aedes aegypti* se disseminou pelo País devido às condições socioambientais, aliadas à ineficiência dos programas de combate ao vetor.<sup>19,26</sup>

Entre 2001 e 2002 houve no estado do Rio de Janeiro a maior epidemia desde a década de 1980, coincidindo com o isolamento do sorotipo 3 (DEN 3):<sup>17</sup> de 368.460 casos notificados no estado, 177.919 eram do município do Rio de Janeiro.<sup>b</sup>

O controle da dengue é uma das tarefas mais difíceis para os serviços de saúde em razão da ampla capacidade de dispersão do vetor, da mobilidade das populações, do contingente populacional nas cidades e da complexidade dos problemas sociais e políticos que afetam a qualidade de vida e o ambiente.<sup>25</sup>

A avaliação de exposições diferenciadas aos fatores envolvidos na transmissão permitem identificar áreas geográficas com maior risco de infecção, sendo imprescindível para a elaboração de programas preventivos e de controle de dengue.<sup>3,4</sup>

Nesse sentido, o mapeamento de doenças vem sendo instrumento básico no campo da saúde pública. Desde a década de 1990, as técnicas de análise têm sido apuradas para gerar mapas de identificação de áreas

---

<sup>a</sup> World Health Organization. Dengue and dengue hemorrhagic fever [internet]. 2008 [citado 2008 ago 13]. Disponível em: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs117/en/>

<sup>b</sup> Secretaria de Estado de Saúde do Rio de Janeiro. Quadro demonstrativo de casos de notificados de dengue no Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro; 2008.

de risco, resultando em atenção diferenciada pelos serviços.<sup>6,21,22</sup>

São exemplos os estudos brasileiros que têm utilizado diferentes técnicas de análise espacial baseadas em dados individuais e agregados para identificar áreas de maior risco para dengue.<sup>5,11,16,23,27</sup>

O objetivo do presente estudo foi analisar a epidemia de dengue em relação ao contexto socioeconômico.

## MÉTODOS

Foi realizado um estudo ecológico de múltiplos grupos no qual a ocorrência de dengue foi analisada segundo áreas geográficas, delimitadas como bairros e correlacionadas com variáveis socioeconômicas. Optou-se pela utilização do bairro como unidade de análise em função da disponibilidade dos dados para doença no Sistema de Informação de Agravos de Notificação (Sinan).

O município do Rio de Janeiro (RJ) tinha em 2000 uma população de 5.857.904 habitantes. A área total do município é de 1.224,56 km<sup>2</sup>, situado a 23°04'10"S e 43°47'40"W.

De acordo com critérios físico-urbanísticos, administrativos e de planejamento, o município do Rio de Janeiro está dividido em dez áreas de planejamento (AP), 30 regiões administrativas e 158 bairros.<sup>a</sup> A Figura 1 apresenta a divisão administrativa do município em bairros, estruturada em dez AP. A AP 1.0 corresponde à região mais antiga e central da cidade. A AP 1.0, e as subdivisões das AP 2.0 e AP 3.0 ocupam uma área territorial menor e apresentam alta densidade populacional e uma maior oferta de serviços de infra-estrutura básica: AP 2.1 zona sul, AP 2.2 zona norte; AP 3.1 parte do subúrbio da antiga estrada de ferro da Central do Brasil, 3.2 subúrbio da Leopoldina e Ilha do Governador, 3.3 outra parte do subúrbio da antiga estrada de ferro da Central do Brasil. As AP 4.0, AP 5.1, AP 5.2 e AP 5.3 correspondem à zona oeste da cidade e ocupam a maior área territorial do município, cujos bairros possuem baixa densidade populacional e infra-estrutura básica precária ou ausente.

Os 125.041 casos notificados em residentes do município foram obtidos da Secretaria Municipal de Saúde pelo Sinan. Estes casos foram notificados no período entre a 48ª semana epidemiológica de 2001 (25/11 a 01/12) e a 20ª semana epidemiológica de 2002 (12/05 a 18/05) segunda alça do processo epidêmico, perfazendo um total de 25 semanas. Esse intervalo de tempo justifica-se por cobrir algumas características importantes, como a identificação de um único sorotipo (DEN 3), maior concentração de casos da doença e um

período contínuo claramente definido, como a estação do ano (verão).

A base cartográfica digital utilizada na elaboração dos mapas foi obtida na Prefeitura do Município do Rio de Janeiro.

Foi construído um banco de dados com as informações demográficas e sociais para o município, obtidas no Instituto Pereira Passos<sup>b</sup> e no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.<sup>a</sup>

Dificuldades encontradas no georreferenciamento dos casos notificados da doença, em função de problemas no endereçamento, impediram a localização dos casos em setores censitários. Dessa forma, optou-se por trabalhar com a unidade territorial no nível de bairro.

O bairro do Joá foi agregado à Barra da Tijuca, Grumari ao Recreio dos Bandeirantes, Parque Columbia à Pavuna, em função de serem bairros criados recentemente e dessa forma, diversos casos ocorridos nestas localidades eram notificados como sendo do bairro de origem. O bairro de Paquetá foi retirado da análise por ser uma ilha e assim não apresentar a informação de bairros vizinhos. Dessa forma, o número de bairros analisados no estudo correspondeu a 154.

Posteriormente, foi estimado um único indicador para cada bairro, a taxa de incidência média da dengue<sup>13</sup> – casos novos ocorridos na 48ª semana epidemiológica de 2001 até a 20ª semana epidemiológica de 2002, dividido pela população residente no ano de 2000.

Para a caracterização do contexto socioeconômico muitas das variáveis apresentaram colinearidade. Assim, aquelas que apresentaram maior correlação com a doença foram selecionadas:

- saneamento ambiental – proporção de domicílios com abastecimento de água proveniente da rede pública geral, proporção de domicílios ligados à rede pública de esgoto, proporção de domicílios com serviço de coleta de lixo, proporção de domicílios em que o lixo é jogado em terreno baldio ou logradouro;
- condições de renda e de acesso a bens de consumo – proporção de domicílios particulares cuja pessoa responsável não tem rendimentos, inclusive os domicílios cuja pessoa responsável recebia somente em benefícios; proporção de domicílios com lavadora de roupas;
- escolaridade – proporção de população alfabetizada;
- adensamento populacional e domiciliar – densidade populacional urbana, densidade de pessoas por dormitório no domicílio.

<sup>a</sup> Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico Brasileiro de 2000. Rio de Janeiro; 2000.

<sup>b</sup> Instituto Municipal de Urbanismo Pereira Passos. Armazém de Dados – Estatísticas Municipais [Internet]. 2000 [citado 2006 maio 06]. Disponível em: <http://www.rio.rj.gov.br/ipp/>

Foram empregadas transformações do tipo logarítmico neperiano (Ln) para a variável desfecho (taxa de incidência média da dengue) e para as variáveis independentes. Essas transformações foram escolhidas porque resultaram em melhores aproximações para a distribuição normal.

Para descrever a associação entre todas as variáveis, preliminarmente, foi construída a matriz de correlação de Pearson, na qual as variáveis com correlação estatisticamente significativa a 10% com o desfecho foram utilizadas na análise de regressão linear múltipla e espacial.

Os *softwares* utilizados foram S-Plus 2000 para análise estatística e ArcView 3.2 e Terraview 3.1.4. para realização de mapas.

A medida de autocorrelação espacial utilizada foi o Índice de Moran global, que testa se as áreas conectadas apresentam maior semelhança quanto ao indicador estudado do que o esperado num padrão aleatório, variando de -1 a +1. O grau de autocorrelação existente pode ser quantificado, sendo positivo para correlação direta, negativo quando inversa.<sup>6</sup> Além do Índice de Moran global foi utilizado o índice local, que resultou em “mapa de Moran” da taxa de incidência média de dengue, já que permite encontrar os “bolsões” de dependência espaciais não observados nos índices globais, como por exemplo, possíveis *clusters* e *outliers*.

As relações entre o valor do atributo medido e de seus vizinhos podem ser observadas na análise gráfica do índice local, denominada de diagrama de espalhamento de Moran ou no mapa temático bidimensional, denominado de Box Map. A divisão do gráfico é em quadrantes: Q1, Q2, Q3 e Q4. Os pontos localizados no Q1 e Q2 indicam zonas em que o valor medido do atributo assemelha-se à média dos vizinhos; o primeiro indica valor positivo e média positiva e o segundo, valor negativo e média negativa. Os pontos localizados no Q3 e Q4 indicam que o valor do atributo medido não se assemelha à média dos seus vizinhos. Neste caso, o Q3 indica o valor negativo e média positiva e o Q4 indica o valor positivo e média negativa. As áreas localizadas no Q3 e Q4 podem ser vistas como extremas, ou como áreas de transição, já que não obedecem ao padrão observado para seus vizinhos.<sup>1</sup>

Para análise de autocorrelação foi construída uma matriz de vizinhança para os 154 bairros do município, sendo definida por bairros contíguos com pelo menos um ponto em comum.

As relações entre taxa de incidência média da dengue e variáveis socioeconômicas foram analisadas aplicando-se o modelo de regressão linear multivariada com seleção *stepwise*. Posteriormente, para análise espacial aplicou-se um modelo global, modelo

espacial condicional auto-regressivo (*Conditional Auto Regressive – CAR*), que captura a estrutura espacial por meio de um único parâmetro adicionado ao modelo de regressão tradicional. O CAR capta a dependência espacial da variável desfecho, sendo expresso por:

$$Y = X\beta + \varepsilon, \varepsilon = \lambda W \varepsilon + \xi$$

Onde  $W\varepsilon$  = é o componente do erro com efeitos espaciais

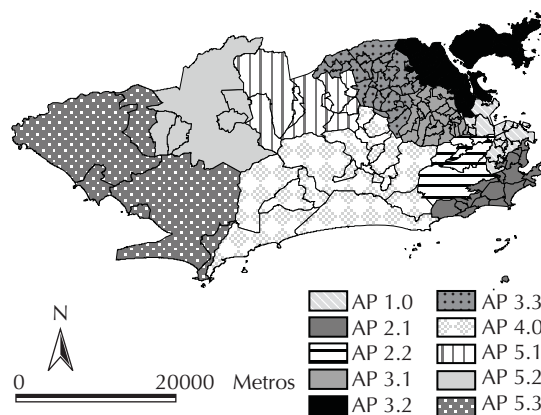
$\lambda$  = é o coeficiente autorregressivo

$\xi$  = é o componente do erro com variância constante e não correlacionada.

A hipótese nula para a não-existência de autocorrelação é que  $\lambda=0$ , ou seja, o termo de erro não é espacialmente correlacionado.<sup>5</sup> Para o diagnóstico do modelo de regressão foram gerados mapas dos resíduos nos modelos finais de regressão linear multivariada e do CAR, buscando indícios de ruptura dos pressupostos de independência, ou seja, uma alta concentração de resíduos positivos ou negativos em uma parte do mapa indica a presença de autocorrelação espacial. Foi utilizado também o teste de Índice de Moran sobre os resíduos em ambos os modelos para verificar quantitativamente a autocorrelação espacial.

## RESULTADOS

A distribuição espacial da taxa de incidência média de dengue indicou que bairros localizados nas AP 4.0 e nas subdivisões da AP 5.0 (zona oeste) foram os mais atingidos, seguidos dos bairros localizados na AP 1.0 (região centro) e dos bairros que compõem as AP 2.1 (zona sul) e 2.2 (zona norte). Apenas alguns bairros das subdivisões da AP 3.0 apresentaram elevadas taxas de dengue (Figura 2).



AP: área de planejamento

**Figura 1.** Distribuição administrativa do município segundo áreas de planejamento. Rio de Janeiro, RJ, 2000.

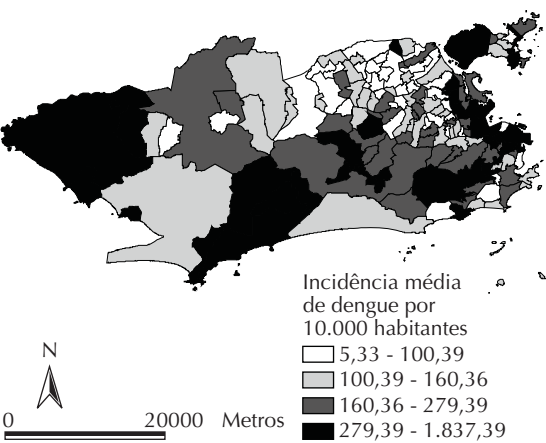


Figura 2. Taxa de incidência média de dengue nas 25 semanas epidemiológicas. Rio de Janeiro, RJ, 2001-2002.

No início da epidemia observou-se que a maioria dos casos notificados residia no centro da cidade. Entretanto, a doença se propagou rapidamente entre as semanas 4-6/2002, em direção às zonas oeste e norte. Neste momento, o processo epidêmico atingiu mais de 80% dos bairros do município, revelando um aumento substancial no número de casos. Até a semana 12ª/2002, o cenário se manteve constante para os bairros da região do centro e das zonas oeste e norte, porém houve discreta redução de casos notificados. Na zona sul, poucos bairros foram atingidos pela doença até aquele momento. Após a semana 14ª/2002, vários bairros da zona oeste mantiveram elevado número de casos até o final da epidemia. Além disso, iniciou-se um aumento de casos na zona sul da cidade, atingida mais tardiamente. (Dados não apresentados)

Dentre as dez variáveis independentes utilizadas no estudo, três apresentaram correlação estatisticamente significativa e negativa com o Ln da taxa de incidência média de dengue: percentual de domicílios ligados à rede sanitária geral (-0,24); percentual de domicílios

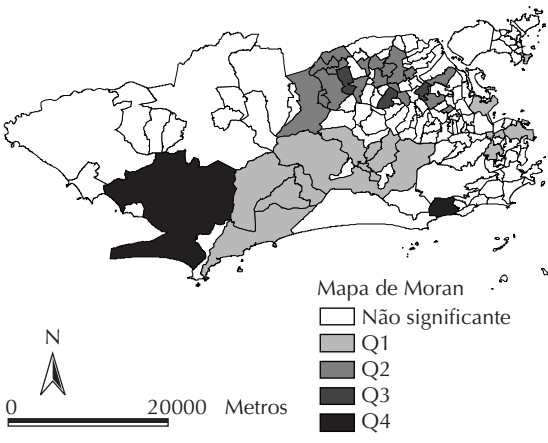


Figura 3. Mapa de Moran da taxa de incidência média de dengue no período referente às semanas epidemiológicas 48/01 a 20/02 (25/11/01 a 18/05/02). Rio de Janeiro, RJ, 2001-2002.

com lavadora de roupas (-0,17); densidade populacional por área urbana (-0,21).

As variáveis que apresentaram autocorrelação espacial global significativa foram: taxa incidência média de dengue (0,21;  $p < 0,001$ ), percentual de domicílios ligados à rede sanitária geral (0,61;  $p < 0,001$ ), densidade populacional por área urbana (0,42;  $p < 0,001$ ), percentual de domicílios com lavadora de roupas (0,27;  $p < 0,001$ ).

Observou-se, pelo mapa de Moran (Figura 3), o *cluster* de áreas em alguns bairros localizados na região centro, zona oeste (AP 4.0 e AP 5.1) e bairros dos subúrbios da Central do Brasil do município do Rio de Janeiro. Os bairros da região centro, zona oeste que compõem a AP4 mostram um padrão diferenciado de parte dos bairros dos subúrbios da Central do Brasil e de outros bairros da zona oeste que compõem a AP 5.1. As duas primeiras, região centro e zona oeste (AP 4.0), mostram as áreas de *clusters* que apresentam valores do atributo estudado e a média de seus vizinhos positivos (Q1). Por outro lado, nos bairros dos subúrbios da região da

Tabela. Modelos de regressão linear múltipla e modelo espacial condicional auto-regressivo da taxa de incidência média de dengue com a covariável percentual domicílios com rede sanitária geral. Rio de Janeiro, RJ, 2001-2002.

Modelo	Coeficiente	Erro-padrão	t	p
Regressão linear múltipla				
Intercepto	7,662	0,860	8,909	< 0,001
Ln Percentual domicílios ligado à rede sanitária geral	-0,592	0,198	-2,991	0,003
R²=0,049				
Regressão CAR				
Intercepto	7,763	1,028	7,555	< 0,001
Ln Percentual domicílios ligado à rede sanitária geral	-0,599	0,237	-2,532	0,012
Rho=0,1217				

CAR - Conditional auto regressive



Central e nos da zona oeste (AP 5.1) ocorreu o inverso: áreas de *clusters* que apresentam valores do atributo e a média de seus vizinhos negativos (Q2). Foram observadas poucas áreas consideradas de transição e que podem ser analisadas como extremos, localizadas nos quadrantes Q3 e Q4. Esta situação indica que as áreas pertencentes a esses quadrantes não seguem o mesmo processo de dependência espacial das demais. Dentre as 154 áreas analisadas, 113 não foram significativas, 16 pertencem ao Q1, 18 pertencem ao Q2, três pertencem ao Q3 e quatro pertencem ao Q4.

A análise de regressão linear multivariada realizada com todas variáveis apontou o percentual de domicílios ligados à rede sanitária geral como a única variável com contribuição significativa para explicação da ocorrência da doença. Todavia, o coeficiente de determinação encontrado no modelo foi baixo.

O mapeamento dos resíduos do modelo de regressão indicou uma aglomeração de resíduos positivos na região centro, sul, norte, oeste e Ilha do Governador e

resíduos negativos nos subúrbios da Central do Brasil e parte da zona oeste (Figura 4). O índice de Moran dos resíduos foi de 0,19 ( $p < 0,001$ ), mostrando autocorrelação espacial.

O modelo CAR também apontou o percentual de domicílios ligados à rede sanitária geral como a única variável significativa. O coeficiente encontrado foi próximo ao do modelo de regressão linear multivariado (Tabela). Entretanto, a análise dos resíduos do CAR (Figura 4) indicou que não há um padrão espacial tão bem estabelecido como no encontrado na análise dos resíduos da regressão múltipla. O Índice de Moran dos resíduos foi de -0,14 ( $p = 0,005$ ), revelando autocorrelação inversa.

## DISCUSSÃO

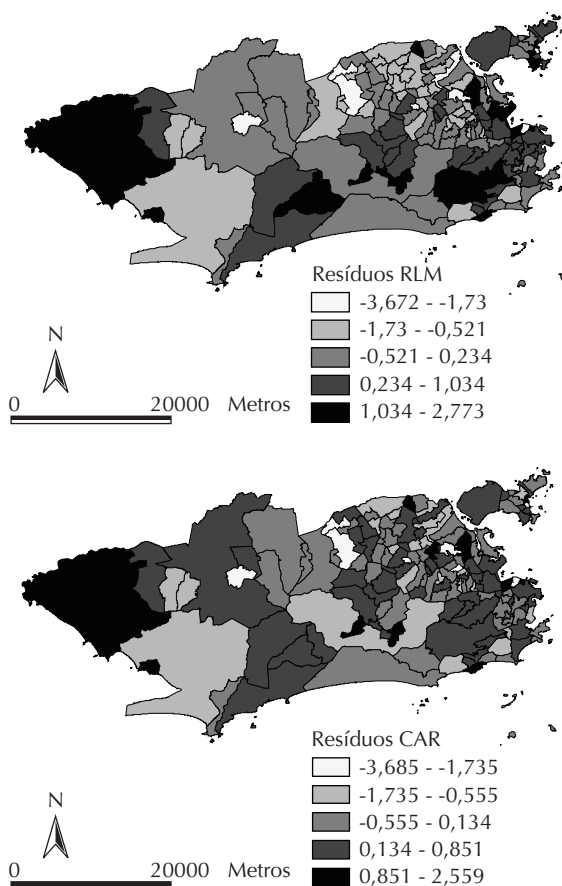
O estudo apresentou limitações, como não ter incluído outras possíveis variáveis relacionadas à transmissão da doença, como por exemplo, regularidade do abastecimento de água,<sup>18</sup> densidade espacial do vetor, produtividade de criadouros, índice de infestação predial.<sup>9,15</sup> O abastecimento irregular de água faz com que a população armazene água em recipientes que podem se tornar criadouros do mosquito. A dificuldade de acesso aos dados sobre o vetor limita a sua correlação com os dados da doença.

A limitação do indicador utilizado refere-se aos dados de notificações, uma vez que pode ter havido uma provável subnotificação de casos de dengue, acarretando um viés de seleção.<sup>8</sup>

Os resultados obtidos por meio do cálculo do Índice de Moran global para as variáveis estudadas expressaram autocorrelação estatisticamente significativa. Além disso, a análise dos indicadores de autocorrelação local para taxa média incidência de dengue mostrou a existência de dependência espacial para 41 bairros do município do Rio de Janeiro. Dentre essas, cinco localizadas na zona oeste e quatro na região centro (Q1) consideradas como áreas de alto risco para doença.

Os bairros da zona oeste identificados no cálculo do mapa de Moran como sendo os que tiveram valores altos do atributo estudado e a média dos seus vizinhos (Q1) são em parte os bairros que apresentaram ocupação mais recente e condições de infra-estrutura básica deficiente e precária.<sup>12</sup> Por outro lado, bairros localizados na região centro da cidade, apesar do maior acesso aos serviços de infra-estrutura básica, apresentaram alta densidade populacional urbana. Todavia, a qualidade desses serviços não foi aferida.

Não há consenso entre quais fatores exercem maior influência no aumento de casos de dengue em uma determinada área. Diversas variáveis têm sido utilizadas para identificar os fatores associados à dengue e, por conseguinte, fornecer melhor embasamento para novas propostas de controle da doença.<sup>14,15,24</sup>



**Figura 4.** Resíduos do modelo de regressão linear múltipla (RLM) e do modelo espacial condicional auto-regressivo (CAR) no período referente às semanas epidemiológicas 48/01 a 20/02 (25/11/01 a 18/05/02). Rio de Janeiro, RJ, 2001-2002.

A variável percentual de domicílios ligados à rede sanitária geral explicou a variabilidade total da taxa de incidência média de dengue no município do Rio de Janeiro. A melhoria nas condições de esgotamento sanitário tem grande impacto na ocorrência de infecção e morbidade por inúmeras doenças. Entretanto, mesmo sabendo que essa variável não esteja diretamente ligada à transmissão de dengue, pode-se sugerir que seja um *proxy* da falta do saneamento ambiental, representado pela urbanização não planejada, por moradias inadequadas com precárias ou inexistentes condições de infra-estrutura básica.

Segundo Ault,<sup>2</sup> a urbanização não planejada e as favelas suburbanas têm criado não só novas oportunidades para reprodução das populações de vetores, como a interação entre pessoas infectadas e suscetíveis.

Ambos os modelos não foram capazes de identificar a influência das demais variáveis independentes do presente estudo, talvez em função da unidade de análise utilizada, ou por não ter considerado outras variáveis importantes para a transmissão da doença, como por exemplo a regularidade do abastecimento de água.<sup>4,9,20</sup>

Em relação aos resíduos dos modelos, a autocorrelação espacial era esperada no modelo de regressão linear, já que este não prevê o ajuste da dependência espacial entre os mesmos. No entanto, ao se utilizar o modelo de regressão espacial nota-se a autocorrelação espacial inversa, quando o esperado era não encontrar autocorrelação espacial nos resíduos. É possível que as variáveis usadas no modelo de regressão espacial proposto não tenham capturado todo o padrão espacial, provavelmente por ter sido utilizado um modelo de regressão global.

Modelos de regressão com efeitos globais partem do princípio que o processo espacial subjacente aos dados analisados é estacionário, ou seja, os padrões de autocorrelação espacial são capturados em um único parâmetro. Entretanto, a utilização de dados censitários

pode produzir padrões espaciais diversos que não são captados em um único parâmetro. Para testar tal hipótese, sugerimos investigar o processo espacial por meio de modelos cujos parâmetros variam no espaço, como os que consideram os efeitos espaciais locais.<sup>6</sup>

Apesar de acesso e qualidade dos serviços de abastecimento de água não terem apresentado correlação com dengue, outro estudo encontrou que a ausência desses serviços ou mesmo a irregularidade no fornecimento de água pode implicar situações extremamente favoráveis a proliferação do vetor, sendo determinante na transmissão.<sup>18</sup>

Estudos reconhecem a importância de indicadores de habitação e renda como determinantes da intensidade de dengue, mas nem sempre suas conclusões coincidem. Essa situação pode ser reflexo da aferição da informação de dados coletados.<sup>9,15</sup>

A informação obtida de dados secundários por meio do censo demográfico oculta a grande variabilidade intrínseca, quando agregadas para descrever grandes regiões. Assim, a agregação espacial pode influenciar os resultados relacionados às variáveis, sendo menos discriminantes. Na cidade do Rio de Janeiro, isto é ainda mais grave, dados os problemas de infra-estrutura urbana e desigualdade socioeconômica. Em função da complexidade que envolve o processo de adoecer por dengue, as informações obtidas para a doença no município do Rio de Janeiro deveriam constar em unidades de análise menores como, por exemplo, setores censitários.<sup>10,16</sup>

Assim, ainda que não tenha sido possível identificar um modelo multivariado para a dengue na epidemia de 2001-2002 no município do Rio de Janeiro com as variáveis utilizadas, reforçamos a importância do uso de ferramentas de análise espacial e a metodologia proposta pelo presente estudo, por utilizar técnicas de análise que incorporam a dependência espacial em áreas na análise de ocorrência da dengue.

## REFERÊNCIAS

1. Anselin L. Local indicators of spatial association – LISA. *Geogr Anal.* 1995;27(2):93-115.
2. Ault SK. Environmental management: a re-emerging vector control strategy. *Am J Trop Med Hyg.* 1994;50(Suppl):35-49.
3. Barcellos C, Coutinho K, Pina MF, Magalhães MMAF, Paola JCMD, Santos SM. Inter-relacionamento de dados ambientais e de saúde: análise de risco à saúde aplicada ao abastecimento de água no Rio de Janeiro utilizando Sistemas de Informações Geográficas. *Cad Saude Publica.* 1998;14(3):597-605. DOI: 10.1590/S0102-311X1998000300016
4. Barcellos C, Pustai AK, Weber MA, Brito MRV. Identificação de locais com potencial de transmissão de dengue em Porto Alegre através de técnicas de geoprocessamento. *Rev Soc Bras Med Trop.* 2005;38(3):246-50. DOI: 10.1590/S0037-86822005000300008
5. Barreto FR, Teixeira MG, Costa MC, Carvalho MS, Barreto ML. Spread pattern of the first dengue epidemic in the city of Salvador, Brazil. *BMC Public Health.* 2008;8:51. DOI: 10.1186/1471-2458-8-51
6. Câmara G, Carvalho MS, Cruz OG, Correia V. Análise espacial de áreas. In: Druck S, Carvalho MS, Câmara G, Monteiro AMV, editores. Análise espacial de dados geográficos. Planaltina: Embrapa; 2004.
7. Carvalho MS, Souza-Santos R. Análise de dados espaciais em saúde pública: métodos, problemas, perspectivas. *Cad Saude Publica.* 2005;21(2):361-78. DOI: 10.1590/S0102-311X2005000200003



8. Casali CC, Pereira MRR, Santos LMJG, Passos MNP, Fortes BPMD, Valencia O, et al. A epidemia de dengue/dengue hemorrágico no município do Rio de Janeiro, 2001/2002. *Rev Soc Bras Med Trop*. 2004;37(4):296-9. DOI: 10.1590/S0037-86822004000400002
9. Costa AIP, Natal D. Distribuição espacial da dengue e determinantes socioeconômicos em localidade urbana no sudeste do Brasil. *Rev Saude Publica*. 1998;32(3):232-6. DOI: 10.1590/S0034-89101998000300005
10. Ferreira AC, Chiaravalloti Neto F. Infestação de área urbana por *Aedes aegypti* e relação com níveis socioeconômicos. *Rev Saude Publica*. 2007;41(6):915-22. DOI: 10.1590/S0034-89102007000600005
11. Galli B, Chiaravalloti Neto F. Modelo de risco tempo-espacial para identificação de áreas de risco para ocorrência de dengue. *Rev Saude Publica*. 2008;42(4):656-63. DOI: 10.1590/S0034-89102008005000032
12. Kawa H, Sabroza PC. Espacialização da Leishmaniose tegumentar na cidade do Rio de Janeiro. *Cad Saude Publica*. 2002;18(3):853-65. DOI: 10.1590/S0102-311X2002000300034
13. Kleinbaum OG, Kupper LL, Morgenstern H. Epidemiologic research. Belmont: Lifetime Learning; 1982.
14. Medronho RA. Geoprocessamento e saúde uma nova abordagem do espaço no processo saúde doença. Rio de Janeiro: Fiocruz; 1995.
15. Mondini A, Chiaravalloti Neto F. Variáveis socioeconômicas e a transmissão de dengue. *Rev Saude Publica*. 2007;41(6):923-30. DOI: 10.1590/S0034-89102007000600006
16. Mondini A, Chiaravalloti Neto F, Gallo Y Sanches M, Lopes JCC. Análise espacial da transmissão de dengue em cidade de porte médio do interior paulista. *Rev Saude Publica*. 2005;39(3):444-51. DOI: 10.1590/S0034-89102005000300016
17. Nogueira RMR, Miagostovich MP, Schatzmayr HG, Santos FB, Araújo ESM, Filippis AMB, et al. Dengue in the State of Rio de Janeiro, Brazil, 1986-1998. *Mem Inst Oswaldo Cruz*. 1999;94(3):297-304. DOI: 10.1590/S0074-02761999000300004
18. Oliveira RM, Valla VV. Living conditions and life experiences of working-class groups in Rio de Janeiro: rethinking dengue control and popular mobilization. *Cad Saude Publica*. 2001;17(Suppl):77-88. DOI: 10.1590/S0102-311X2001000700016
19. Penna MLF. Um desafio para saúde pública brasileira: o controle do dengue. *Cad Saude Publica*. 2003;19(1):305-9. DOI: 10.1590/S0102-311X2003000100034
20. Ribeiro AF, Marques GRAM, Voltolini JC, Condino MLF. Associação entre incidência de dengue e variáveis climáticas. *Rev Saude Publica*. 2006;40(4):671-6. DOI: 10.1590/S0034-89102006000500017
21. Rojas LI, Barcellos C, Peiter P. Utilização de mapas no campo da epidemiologia no Brasil. *Inf Epidemiol SUS*. 1999;8(2):27-35.
22. Siqueira-Junior JB, Maciel IJ, Barcellos C, Souza WV, Carvalho MS, Nascimento NE, et al. Spatial point analysis based on dengue surveys at household level in central Brazil. *BMC Public Health*. 2008;8:361. DOI: 10.1186/1471-2458-8-361
23. Siqueira-Junior JB, Martelli CM, Maciel IJ, Oliveira RM, Ribeiro MG, Amorim FP, et al. Household survey of dengue infection in central Brazil: Spatial point pattern analysis and risk factors assessment. *Am J Trop Med Hyg*. 2004;71(5):646-51.
24. Spiegel JM, Bonet M, Ibarra AM, Pagliccia N, Ouellette V, Yassi A. Social and environmental determinants of *Aedes aegypti* infestation in Central Havana: results of a case-control study nested in an integrated dengue surveillance programme in Cuba. *Trop Med Internat Health*. 2007;12(4):503-10.
25. Tauil PL. Aspectos críticos do controle do dengue no Brasil. *Cad Saude Publica*. 2002;18(3):867-71. DOI: 10.1590/S0102-311X2002000300035
26. Teixeira MG, Costa MCN, Barreto ML, Mota E. Dengue and dengue hemorrhagic fever epidemics in Brazil: what research is needed based on trends, surveillance, and control experiences? *Cad Saude Publica*. 2005;21(5):1307-15. DOI: 10.1590/S0102-311X2005000500002
27. Teixeira TRA, Medronho RA. Indicadores sócio-demográficos e a epidemia de dengue em 2002 no Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Cad Saude Publica*. 2008;24(9):2160-70. DOI: 10.1590/S0102-311X2008000900022.

---

Artigo baseado na dissertação de mestrado de Almeida AS, apresentada ao Instituto de Estudos em Saúde Coletiva da Universidade Federal do Rio de Janeiro em 2007.

Pesquisa financiada pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq - Proc. nº 305146/2008-4; bolsa de produtividade em pesquisa) e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ - Proc. nº E26-111551/2008; apoio a grupos emergentes).