

Uma avaliação espacial da incidência da dengue nos municípios de Minas Gerais, nos anos 2000 e 2010*

Bruno Silva de Moraes Gomes**

Mestre em Economia Aplicada pela Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), doutorando em Economia pela UFJF, Professor do Instituto Federal do Rio de Janeiro

Suzana Quinet de Andrade Bastos***

Doutora pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, Professora do Programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada da UFJF

Bruna Rodrigues Nascimento****

Bacharel em Economia pela UFJF

Resumo

O trabalho busca entender a influência do espaço (vizinhança) e das variáveis ambientais e socioeconômicas na incidência da dengue, nos municípios do Estado de Minas Gerais. Para isso, utiliza-se da análise exploratória de dados espaciais (AEDE), de estimações por mínimos quadrados ordinários (MQO) para os anos de 2000 e 2010 e dos dados em diferença (2010/2000). Os resultados indicam que o saneamento básico, o Produto Interno Bruto (PIB) e a densidade populacional influenciam positivamente na incidência da dengue. Na análise espacial, as variáveis climáticas (temperatura mínima e máxima, umidade e precipitação) influenciam nos casos de dengue. Além disso, o controle da dependência espacial não deve ser considerado em âmbito municipal, ou seja, o que ocorre em um município não se relaciona com seus vizinhos no que tange à dengue. Tal resultado de-

* Artigo recebido em jan. 2015 e aceito para publicação em mar. 2017.



Este trabalho está licenciado sob uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial 4.0 Internacional.

Open Acces (Acesso Aberto)

Revisora de Língua Portuguesa: Tatiana Zismann.

** E-mail: brunomoraesgomes@gmail.com

*** E-mail: quinet.bastos@gmail.com

**** E-mail: brunardn@gmail.com

mostra que o problema da dengue merece um controle mais localizado do que a abrangência municipal, devendo ser desagregado, possivelmente, em bairros, quarteirões e ruas.

Palavras-chave

Dengue; políticas públicas; primeira diferença; autocorrelação espacial

Abstract

This paper aims to understand the influence of space (neighborhood) and environmental and socioeconomic variables on the incidence of dengue in the municipalities of the State of Minas Gerais. For this purpose, the authors use an exploratory spatial data analysis and estimates by ordinary least squares (OLS) for the years 2000, 2010 and the differing data (2010/2000). The results indicate that basic sanitation, the Gross Domestic Product (GDP) and population density positively influence the incidence of dengue. In the spatial analysis, the climate variables (minimum and maximum temperature, humidity and precipitation) influence the cases of dengue. In addition, the control of spatial dependence should not be considered at the municipal level, that is, what occurs in a municipality does not relate to its neighbors as far as dengue is concerned. This result demonstrates that the problem of dengue deserves a control more localized than the municipal scope and should be disaggregated perhaps to districts, blocks and streets.

Keywords

Dengue; public policies; first difference; spatial autocorrelation

Classificação JEL: I18, I12, C21

1 Introdução

A saúde é direito de todos e dever do Estado (BRASIL, 1988). Medidas que visam à redução dos riscos de doenças e demais agravos, além de ações de promoção, proteção e recuperação da saúde, são formas de se garantir esse direito (BRASIL, 1990). O controle dos riscos e agravos de

doenças insere-se em um conceito mais amplo de saúde, de modo que um “estado saudável” não está associado apenas à ausência de doenças. Condiçionantes e determinantes do processo saúde-doença ganham destaque, a exemplo do saneamento básico, meio ambiente, educação, lazer, transporte, moradia, renda, alimentação e acesso aos bens e serviços essenciais (LIMA; VILABÔAS, 2011).

O conceito ampliado de saúde indica a necessidade de ações que extrapolem os limites do setor e que estabeleçam diálogo com outros setores a fim de operacionalizar parcerias e articular saberes e experiências. Essa forma de enfrentamento dos problemas de saúde tem sido denominada intersectorialidade. Tal perspectiva implica mudanças na gestão, ainda muito setorializada, das políticas públicas, contribuindo, dessa forma, para melhorar os indicadores de saúde da população.

A intersectorialidade como ferramenta de políticas públicas saudáveis e de promoção da saúde extrapola os limites estatais e exige maior articulação do Estado com a população. A participação popular é primordial para aumentar o poder das comunidades e sua consciência política. É necessário estabelecer uma distribuição de poder mais igualitária entre os setores de forma a evitar a subordinação de um setor a outro e a conformação de dificuldades e resistências por parte de alguns deles, o que dificulta a operacionalização de práticas intersectoriais (WESTPHAL; MENDES, 2000).

Segundo Lima e Vilabôas (2011), a ação do Estado, destacando-se as ações intersectoriais das prefeituras junto às demais instituições locais e o apoio populacional, é o principal fator capaz de diminuir a incidência dos casos de dengue no Brasil.

O *Aedes Aegypti*, vetor da dengue, apresenta quatro sorotipos: DENV1, DENV2, DENV3 e DENV4, que podem se manifestar desde a forma assintomática até quadros graves e hemorrágicos. O mosquito reproduz-se em água limpa, onde os ovos são depositados, e, em sete dias, dependendo da temperatura, completa-se a reprodução. O ciclo de vida do mosquito dura aproximadamente um mês. A transmissão da dengue dá-se pela picada da fêmea do *Aedes Aegypti*, que precisa de sangue humano para a maturação dos ovos. O mosquito infectado transmite o vírus ao picar uma pessoa sadia, e uma pessoa infectada transmite o vírus para outros mosquitos (BRASIL, 2007). Para combater a dengue, é necessário o controle da reprodução do mosquito-vetor, o *Aedes Aegypti*.

A Organização Panamericana de Saúde (1991) cita como macrodeterminantes da dengue: a densidade populacional moderada ou alta, os padrões de assentamento inadequado, as habitações com ausência de água encanada e com recipientes para armazenamento vedados inadequadamente, a coleta de lixo deficiente e as condições socioeconômicas precárias.

rias. Ou seja, o vírus da dengue está associado a atividades antrópicas, que viabilizam sítios para a reprodução do mosquito, permitindo a manutenção da sua infestação.

O ambiente exerce grande influência na saúde humana (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2012). As doenças sensíveis ao clima são um dos principais problemas de saúde pública do século. Segundo Mendonça, Paula e Oliveira (2012), fatores como a umidade do ar, temperatura e ventos são relevantes para a manifestação de muitas doenças, epidemias e endemias humanas. Além do clima, outros elementos da natureza, como água e solo, contribuem para a permanência de doenças na população (ROSEN, 1994).

Por ser um mosquito urbano, ele se adapta ao espaço, aos fluxos de pessoas e aos materiais. Nas grandes cidades, o vetor encontra alimento, locais de repouso e reprodução. Os vírus encontra um grande número de pessoas concentradas, que se deslocam dentro das cidades, e entre as cidades, em áreas em que pode existir o vetor em número suficiente para continuar a transmissão (CATÃO, 2012).

Assim, a dengue é uma doença ligada às características socioeconômicas, ambientais e espaciais. A compreensão da relação entre os casos de dengue e esses fatores pode ajudar a desenvolver estratégias de combate mais eficazes. Segundo Buss (2000), a saúde pública envolve dois tipos de compromisso: o de colocar a saúde como prioridade e a intervenção nos fatores que definem saúde e doença.

Diante desse contexto, o objetivo do presente trabalho é analisar a influência do espaço e das variáveis ambientais e socioeconômicas na incidência de dengue nos municípios de Minas Gerais. Para lograr esse objetivo, utiliza-se a estimação dos dados em diferença e em cortes transversais por mínimos quadrados ordinários (MQO), com incorporação da análise espacial. Tal análise é feita para os anos de 2000 e 2010 e para os dados em diferença (2010/2000)¹.

O trabalho está distribuído da seguinte forma: além desta **Introdução**, o subcapítulo 2 apresenta uma descrição da dengue em Minas Gerais. Nas sessões seguintes são apresentadas a base de dados e a metodologia e, por fim, os resultados e as **Considerações finais**.

¹ Os anos 2000 e 2010 são anos censitários, e como se trabalha com municípios, o Censo é a pesquisa geradora de grande parte dos dados disponibilizados pela Fundação João Pinheiro (FJP).

2 Dengue em Minas Gerais

Minas Gerais, por ser um estado com elevado crescimento industrial e urbano, apresenta populações do mosquito *Aedes Aegypti* dispersas em várias áreas e com elevada densidade (em virtude da alta aglomeração de criadouros propícios e ambientes favoráveis). Segundo Minas Gerais (2005), o clima tropical e subtropical, como o de Minas Gerais, apresenta condições favoráveis ao desenvolvimento e à proliferação do mosquito.

A primeira notificação de dengue ocorrida em Minas Gerais foi em 1987. Até o ano de 1996, a incidência de dengue era restrita a alguns municípios do interior do Estado. Nesse mesmo ano, foram confirmados casos da doença na região metropolitana de Belo Horizonte. A primeira epidemia de dengue, em Minas Gerais, ocorreu em 1998, quando a região metropolitana de Belo Horizonte teve a incidência de 862,08 casos por 100.000 habitantes, com predomínio de DENV 1 e 2 (Figura 1). Uma segunda epidemia ocorreu em 2002, com 60.078 casos notificados de DENV 1, 2 e 3 (MARQUES *et al.*, 2010). Entre os anos de 2003 a 2005, a transmissão da doença mostrou-se estável, com aproximadamente 21.000 casos notificados, com o DENV 3 como soropositivo mais prevalente. Em 2006, o índice de casos notificados de dengue dobrou, sendo registrados 41.373. O mesmo patamar foi observado em 2007. Uma grande epidemia ocorreu em Minas Gerais no período de 2008-09, com 79.223 casos registrados de dengue em 2008 e 83.129 casos registrados em 2009, com predomínio do soropositivo DENV2. Em 2010, o Estado apresentou uma nova grande epidemia, com 268.440 casos notificados. Nesse ano, o município com maior número total de casos notificados foi Belo Horizonte, com 68.959 casos, seguido por Betim, com 19.559, e por Juiz de Fora, com 9.396 casos. Foram confirmados 105 óbitos no Estado (MINAS GERAIS, 2011).

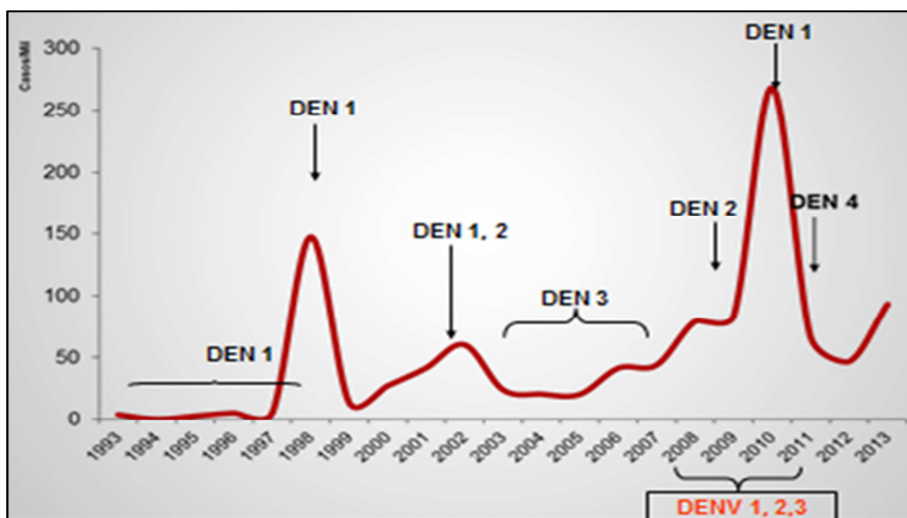
No ano de 2011, o Estado apresentou 66.596 casos notificados, ocorrendo uma expressiva diminuição em relação ao ano anterior. Nesse mesmo ano foi identificado, no Município de Frutal, o primeiro caso confirmado de dengue pelo sorotipo DEN 4, marcando a reintrodução deste sorotipo no Estado. Nos anos de 2012 e 2013, o Estado identificou a circulação de dois sorotipos DEN 1 e DEN 4. Em 2012, a queda da taxa de casos foi ainda maior, passando para 46.681 casos notificados. Minas Gerais, no ano de 2013, sofreu outra séria epidemia, que pode estar relacionada ao sorotipo 4 do dengue, com 93.184 casos notificados no Estado.

Na tentativa de conter o avanço da doença no Estado, o governo de Minas Gerais elaborou, em 2008, o Plano Estadual de Contingência da Dengue, que destaca a conscientização das pessoas sobre o combate à dengue e a capacitação dos profissionais de saúde para um melhor diag-

nóstico e tratamento da doença. O Estado também realiza o Levantamento Rápido do Índice de Infestação por *Aedes Aegypti* (LIRAA) três vezes por ano, no qual mapeia os índices de infestação para todo o Estado. Vale ressaltar a importância desse procedimento, pois possibilita a identificação dos criadouros predominantes, a situação de infestação do município, bem como permite o direcionamento das ações de controle para as áreas mais críticas.

Figura 1

Casos notificados de dengue e circulação viral em Minas Gerais — 1993-2013

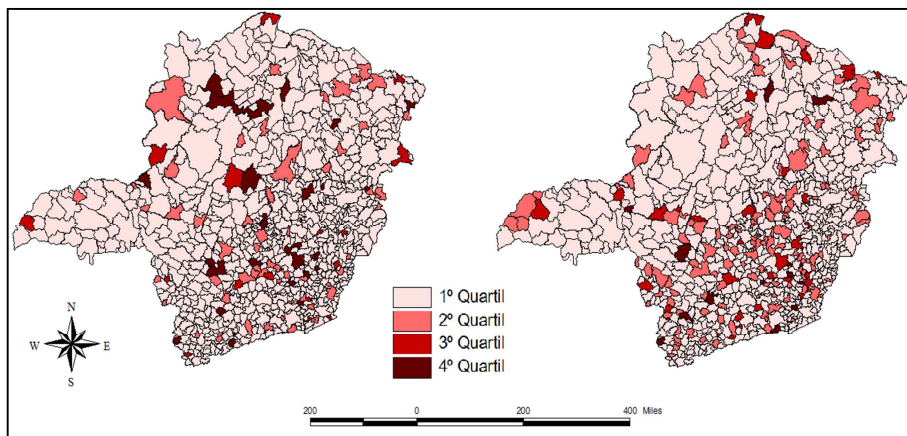


FONTE: Minas Gerais (2014).

Especialmente se percebe, através dos mapas percentílicos de notificações de dengue por municípios de Minas Gerais (Figura 2), que não há uma constância e nem se consegue identificar perfis de proliferação. Os anos 2001 e 2010 não apresentam uma semelhança significativa. Uma questão que pode contribuir para essa não continuidade é o tempo do mandato eleitoral no Brasil, que são de quatro anos. Ao considerar uma análise com corte de 10 anos, um município pode ter apresentado, em 2001, um prefeito que não se preocupou em combater a dengue, o que gerou um surto, mas, em 2010, o prefeito em posse pode ter elaborado um plano de combate à dengue que trouxe melhores resultados.

Figura 2

Mapas quartílicos das notificações de dengue dos municípios de Minas Gerais — 2001 e 2010



NOTA: 1. Por cem mil habitantes.

2. Elaborado a partir do software ArcView.

3 Escolha das variáveis e base de dados

Em termos empíricos, Mondini e Chiaravalloti Neto (2007) perceberam que o nível socioeconômico e o risco de dengue não tiveram associação ao avaliarem a cidade de São José do Rio Preto, em São Paulo, entre 1990 e 2002. Costa e Natal (1998) encontraram que a incidência da dengue é inversamente proporcional às condições socioeconômicas, de forma que ela não atinge a cidade de forma homogênea. Eles observaram correspondência entre maior adensamento populacional e maior incidência de dengue. Teixeira *et al.* (2009), ao analisarem a distribuição de epidemias de dengue nos municípios do Estado do Rio de Janeiro, em 2002 e sua relação com variáveis sociodemográficas, encontraram que proporção de população urbana, percentual de população com água canalizada e percentual de cobertura do programa de saúde da família (PSF) foram as variáveis que melhor se ajustaram no modelo, explicando 30,2% da variabilidade das taxas de incidência de dengue.

Aparecida da Silva *et al.* (2003), ao analisarem os bairros do Município de Umuarama, no Paraná, perceberam que os bairros mais afetados com a dengue foram os contornados pelo córrego da cidade. Tais bairros tinham um saneamento básico precário. Mendonça, Paula e Oliveira (2012), observaram, ao analisar a cidade de Curitiba, também no Paraná, que a maior

incidência de dengue se dá em um ambiente climático quente e úmido e mais expressivamente nas classes mais pobres da população. Câmara *et al.* (2009) verificaram, em cinco bairros do Rio de Janeiro, nos anos de 1986 a 2003, que, nos anos de epidemia, as temperaturas mínimas foram mais altas que nos outros anos, sugerindo que essas temperaturas foram um fator importante para o aparecimento dos casos de dengue. Carneiro e Candeias (2010), ao analisarem os fatores que caracterizam um ambiente mais propício para a proliferação da dengue, utilizando bairros do Recife, no período 2000-06, identificaram a vegetação como um fator capaz de influenciar a ocorrência de dengue.

Segundo Araquan (2014), o aumento da área urbana e periférica de Belo Horizonte, em número e tamanho com a incapacidade de prover habitações e infraestrutura básica para a população, principalmente para os distritos do norte, aumentou o número de criadouros e o espraiamento da doença ao longo dos anos. O lixo abundante e não coletado armazena água da chuva, convertendo-se em criadouros dos vetores da dengue e de outras doenças. O clima e a existência de criadouros provocam os surtos de dengue. A renda está diretamente ligada à infecção, pelas condições de moradia, acesso aos serviços de saneamento urbano e a qualidade geral de vida da região.

Almeida, Medronho e Valencia (2009), Flauzino, Souza-Santos e Oliveira (2009), Pereda, Alves e Rangel (2011) e Cabral e Freitas (2012) avaliaram as questões socioeconômicas e ambientais relacionadas à dengue, traçando o perfil das regiões e das pessoas infectadas. Os dois primeiros trabalhos buscaram estratificar as ocorrências para, através da análise multivariada, fazer correlações entre os casos e as questões socioeconômicas. Os resultados demonstraram uma maior incidência em pessoas do sexo feminino, com idades economicamente ativas e residentes em favelas (moradores com nível socioeconômico mais baixo). Os demais trabalhos incorporaram a essa análise o tratamento espacial, chegando a conclusões semelhantes aos primeiros, acrescentando: (a) o aumento da temperatura impacta positivamente no risco de dengue; (b) as chuvas possuem efeito positivo, porém decrescente, chegando a ser negativo no caso de grandes quantidades de chuvas para algumas das regiões; (c) a umidade relativa média também impacta a incidência de dengue; e (d) independente do nível de desenvolvimento, os municípios estão suscetíveis à proliferação dos casos de dengue.

Para Marzochi (1994) e Laporta (2004), a ausência de infraestrutura, a existência de rede irregular ou inexistente de abastecimento de água, os serviços insuficientes de coleta de lixo, o baixo envolvimento da população e a presença de recipientes expostos têm favorecido a proliferação do mos-

quito e dificultado a tomada de medidas de controle eficientes por parte dos poderes públicos.

A partir dos trabalhos empíricos, consideram-se as seguintes variáveis explicativas na análise da influência das variáveis socioeconômicas e ambientais na incidência da dengue nos municípios de Minas Gerais: densidade populacional, cujos dados foram retirados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2013). Espera-se uma relação positiva entre a densidade populacional e as notificações de dengue, como evidenciado por Carneiro e Candeias (2010).

As variáveis: gastos *per capita* com saúde e saneamento básico, renda líquida *per capita* e Produto Interno Bruto (PIB) *per capita* foram retirados do Índice Mineiro de Responsabilidade Social, realizado pela Fundação João Pinheiro (FJP) (2013). Os valores anuais foram convertidos em valores de dezembro de 2010 mediante os valores médios do Índice Geral de Preços-Disponibilidade Interna (IGP-DI) de cada ano e do valor do IGP-DI de dezembro de 2010.

Com relação às variáveis ambientais, as climáticas de precipitação, temperatura mínima, temperatura máxima e umidade foram extraídas do Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet) (2013), especificamente do Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP). Para os municípios onde não existiam estações ou para os quais o BDMEP não disponibilizava os dados, foi utilizado o método de krigagem, de estatística espacial, que permite a interpolação dos dados. A porcentagem do município com cobertura vegetal por flora nativa foi extraída do Zoneamento Econômico Ecológico de Minas Gerais (MINAS GERAIS, 2013). Os valores relativos ao ano de 2003 foram repetidos em 2000 e os do ano 2007 foram repetidos em 2010.

A variável dependente, notificações de dengue, engloba os casos clássico e hemorrágica. Os dados são do Sistema de Informação e Agravos de Notificação (SINAN) (2013). Todo caso suspeito ou confirmado de dengue deve ser notificado ao SINAN, que é o sistema de informações mais importante para a Vigilância Epidemiológica (SARACENI *et al.*, 2005).² A variável de notificações de dengue começou a ser computada por município pelo SINAN³, em 2001, então se repete o dado de 2001 no ano 2000.

² A desarticulação do sistema de vigilância em alguns municípios e a não garantia de mecanismos que facilitem a notificação, aliadas ao desconhecimento ou descaso por parte de profissionais da área de saúde e dos gestores, levam ao sub-registro de doenças (subnotificação) (TEIXEIRA *et al.*, 1998).

³ Todas as doenças de notificação compulsória têm uma ficha de notificação preenchida em âmbito local, e o seu conteúdo, no SINAN e nas Secretarias de Saúde, sendo os dados consolidados no nível federal.

4 Metodologia

O trabalho é desenvolvido primeiramente através da análise exploratória de dados espaciais (AEDE), que busca capturar a dependência espacial ao longo do tempo. Em seguida, rodam-se as regressões como descritas nas equações (3), (4) e (5) para os anos de 2000 e 2010 e os dados em diferença (2010/2000) para capturar a possível correlação entre as variáveis e testar a autocorrelação espacial do modelo.

A AEDE auxilia na descrição e visualização de padrões de associação espacial e sugere os regimes e as configurações espaciais na taxa de notificações de dengue, nas variáveis ambientais e socioeconômicas. Assim, torna-se possível ver padrões de associação no espaço de evolução da incidência da dengue e do comportamento dessa variável com o das variáveis ambientais e socioeconômicas, ou seja, verifica-se se há uma aleatoriedade da distribuição dos casos de dengue no espaço, ou se o padrão espacial é sistemático, e calculam-se os coeficientes de autocorrelação espacial que testam essa aleatoriedade.

Os coeficientes de correlação espacial são construídos a partir de três elementos: uma medida de autocovariância, uma medida de variância dos dados e uma matriz de ponderação (W). O Índice I de Moran verifica a presença de autocorrelação espacial. Esse índice caracteriza-se por fornecer uma medida geral da associação espacial existente no conjunto dos dados, variando entre -1 e +1. Quando o valor é próximo de 0, indica inexistência de autocorrelação; quando o valor é um número positivo, representa autocorrelação positiva, ou seja, o objeto tende a ser semelhante aos valores dos seus vizinhos; e quando é um valor negativo, representa autocorrelação espacial negativa, isto é, o valor do atributo numa região não é dependente dos valores dos seus vizinhos.

Não existe uma metodologia que indique como escolher a melhor matriz, assim, testaram-se as matrizes de contiguidade e k vizinhos como sugere Baumont (2004). A ideia é escolher a matriz que fornece o maior I de Moran. Nesse caso, os resultados foram similares, independentemente da matriz escolhida. Utiliza-se a matriz de contiguidade do tipo Rainha, que considera como vizinhança todos os vizinhos limítrofes. O índice I de Moran é definido por (1).

$$I = \frac{n}{w} \left(\frac{\sum_i \sum_j w_{ij} z_i z_j}{\sum_i z_i^2} \right) \text{ para } i \neq j. \quad (1)$$

Onde n é o número de observações, w_{ij} é o elemento na matriz de vizinhança para o par i e j , w é a soma dos ponderadores da matriz, z é a média e z_i e z_j são os desvios em relação à média ($z_i - z$), ($z_j - z$).

A AEDE permite ainda identificar a existência de *clusters* espaciais e as mudanças neles ocorridas ao longo do tempo, visualizando padrões de associação espacial para as variáveis isoladamente e em conjunto. O Indicador Local de Associação Espacial (LISA) identifica a existência de *clusters* espaciais locais ao redor de uma localização individual e também faz inferências a respeito da estacionariedade da autocorrelação espacial global. Uma variável y_i , observada em um município i na análise univariada, pode ser expressa, conforme Anselin (1995), pela estatística L_i como (2):

$$L_i = f(y_i, y_{ji}) \quad (2)$$

em que f é uma função que pode incluir parâmetros adicionais e y_i são os valores observados em municípios vizinhos ji de i . Os valores de y_i podem ser os valores originais das observações ou alguma padronização desses para evitar dependência do indicador local.

Os mapas de dispersão de Moran apresentam quatro classes de autocorrelação espacial. Valores positivos de I indicam *clusters* espaciais de valores similares: alto-alto (AA) ou baixo-baixo (BB), um município de valores altos cercado de vizinhos com valores altos ou um município de valores baixos cercado de vizinhos com valores baixos. Valores negativos de I indicam *clusters* de valores heterogêneos: alto-baixo (AB) ou baixo-alto (BA), municípios de valores altos e vizinhos de valores baixos e municípios de valores baixos e vizinhos de valores altos.

Através da análise do LISA bivariado, é possível verificar a existência da relação de dependência espacial entre a incidência de dengue e as demais variáveis. Os mapas de *clusters* bivariados seguem os mesmos critérios do LISA univariado.

Após a AEDE, é realizada a estimação das regressões para o ano 2000 (3), 2010 (4) e com os dados em diferença (5), 2010/2000. Na regressão (5), cada variável diferenciada ao longo do tempo serve para tratar o efeito-fixo. Assim, o ganho em utilizar os dados em diferenças está em descartar o efeito não observado, que pode ser correlacionado com as variáveis explicativas (ALMEIDA, 2012). Assim:

$$not_{i1} = \beta_0 + \beta_1 den_{i1} + \beta_2 pib_{i1} + \beta_3 rl_{i1} + \beta_4 abas_{i1} + \beta_5 veg_{i1} + \beta_6 saud_{i1} + \beta_7 sanea_{i1} + \beta_8 educ_{i1} + \beta_9 renda_{i1} + \beta_{10} tmax_{i1} + \beta_{11} tmin_{i1} + \beta_{12} umid_{i1} + \beta_{13} prec_{i1} + a_i + u_{i1} \quad (t = 1) \quad (3)$$

$$not_{i2} = \beta_0 + \beta_1 den_{i2} + \beta_2 pib_{i2} + \beta_3 rl_{i2} + \beta_4 abas_{i2} + \beta_5 veg_{i2} + \beta_6 saud_{i2} + \beta_7 sanea_{i2} + \beta_8 educ_{i2} + \beta_9 renda_{i2} + \beta_{10} tmax_{i2} + \beta_{11} tmin_{i2} + \beta_{12} umid_{i2} + \beta_{13} prec_{i2} + a_i + u_{i2} \quad (t = 2) \quad (4)$$

onde i denota os diferentes municípios, e t indica o período no tempo. As equações (3) e (4) representam os anos 2000 e 2010 respectivamente. Subtraindo-se a segunda equação (4) da primeira (3), obtém-se a primeira diferença, conforme equação (5):

$$\Delta not_i = \delta_0 + \beta_1 \Delta den_i + \beta_2 \Delta pib_i + \beta_3 \Delta rl_i + \beta_4 \Delta abas_i + \beta_5 \Delta veg_i + \beta_6 \Delta saud_i + \beta_7 \Delta sanea_i + \beta_8 \Delta educ_i + \beta_9 \Delta renda_i + \beta_{10} \Delta tmax_i + \beta_{11} \Delta tmin_i + \beta_{12} \Delta umid_i + \beta_{13} \Delta prec_i + \quad (5)$$

em que Δ representa a mudança de $t = 1$ para $t = 2$.

A equação (5) é regredida usando-se mínimos quadrados ordinários, considerando os diagnósticos de heterocedasticidade e multicolinearidade.

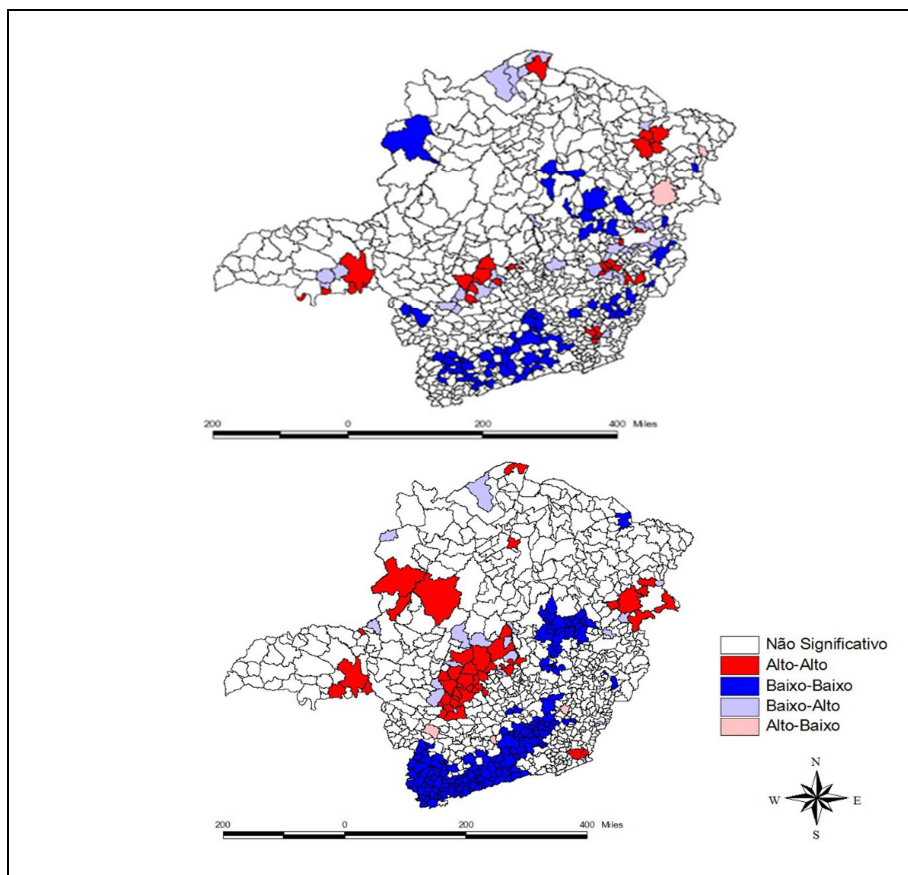
A autocorrelação espacial implica em prejuízos na estimação do modelo pelo método de mínimos quadrados ordinários, assim, caso ocorra autocorrelação na variável dependente, as estimativas de MQO são viesadas e inconsistentes. Quando a correlação está presente no termo do erro, não há viés, entretanto, o estimador de MQO deixa de ser o mais eficiente. Na situação dos dados espaciais, quando está presente a autocorrelação espacial, as estimativas do modelo devem incorporar essa estrutura espacial, uma vez que a dependência entre as observações altera o poder explicativo do modelo. Para verificar a existência de dependência espacial, realizam-se os testes de I de Moran e das estatísticas do Multiplicador de Lagrange (LM) nos resíduos da equação estimada (ALMEIDA, 2012).

5 Resultados

No primeiro momento avalia-se o comportamento espacial da taxa de notificação de dengue nos municípios de Minas Gerais. Na Figura 3, observa-se uma aleatoriedade nos mapas de *clusters* univariados da taxa de notificações de dengue, com um maior número de *clusters* do tipo alto-alto em 2010 concentrados na região central de Minas Gerais. Em 2010, ocorreu um dos maiores surtos de dengue do Estado, sendo a região metropolitana de Belo Horizonte a mais afetada, seguida pelos Municípios de Betim e Juiz de Fora (MINAS GERAIS, 2011). Tal fato é evidenciado pelo *cluster* alto-alto em Belo Horizonte e nos municípios vizinhos. Os municípios de Betim e Juiz de Fora também foram classificados como *clusters* AA. Os casos do tipo baixo-baixo concentraram-se no sul do Estado em 2001 e 2010.

Figura 3

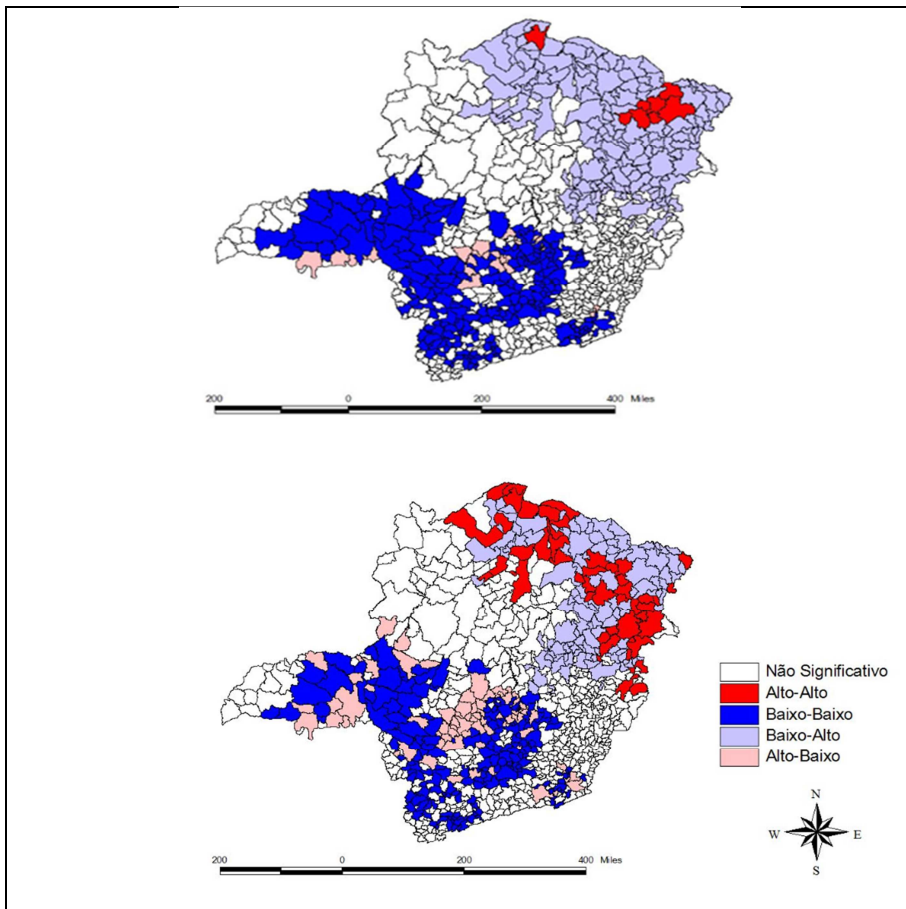
Mapas LISA univariados das taxas de notificações de dengue — 2001 e 2010



Os mapas de *clusters* bivariados (Figuras 4 a 17) possuem como análise a taxa de notificação de dengue cercada pelos dados das demais variáveis nos vizinhos. Observa-se, na Figura 4, no norte do Estado, os casos de baixa taxa de notificações de dengue com alta taxa de analfabetismo dos vizinhos em 2000 e 2010, os *clusters* baixo-alto (BA). No ano de 2010, verificaram-se mais *clusters* do tipo alto-alto no norte de Minas Gerais, evidenciando que a região norte mais pobre tem maiores taxas de analfabetismo e, por isso, quando ocorreu o surto de dengue, em 2010, surgiram *clusters* AA nessa região. No sul do Estado predominam os *clusters* do tipo baixo-baixo em ambos os anos.

Figura 4

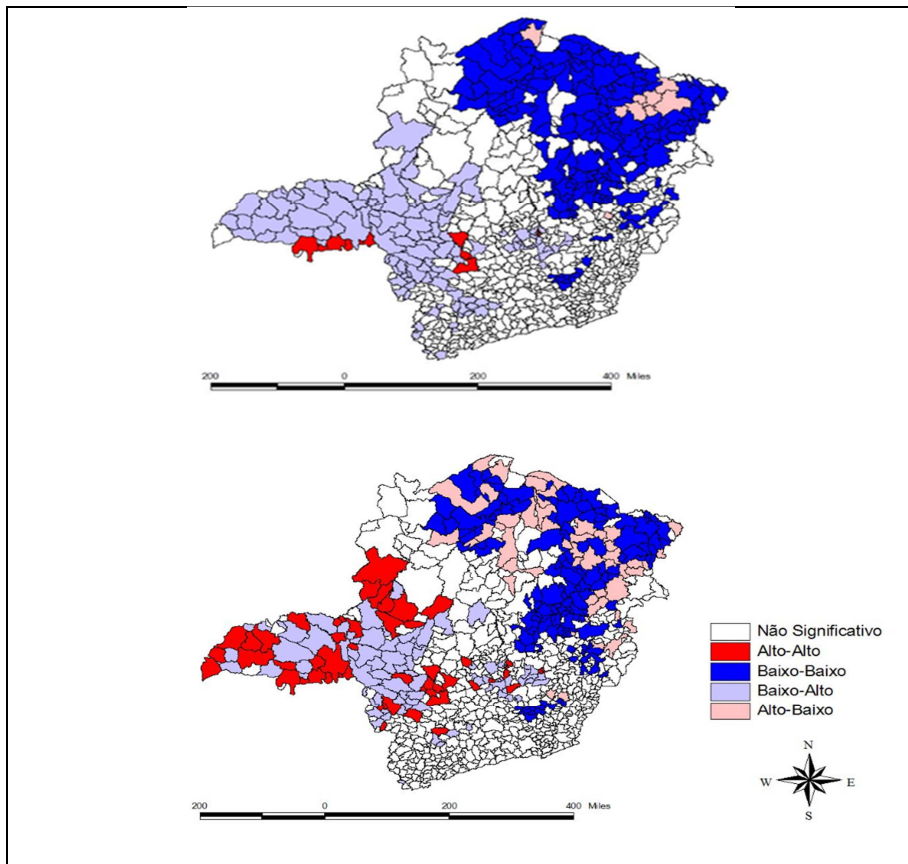
Mapas LISA bivariados da taxa de notificações de dengue e da taxa de analfabetismo — 2000 e 2010



A Figura 5 mostra os mapas de *clusters* bivariados da taxa de notificações de dengue e o PIB. Verificam-se *clusters* do tipo baixo-baixo no norte do Estado e *clusters* baixo-alto (BA) no oeste de Minas Gerais. Nota-se ainda o aumento dos *clusters* do tipo alto-alto no oeste e alto-baixo, no norte. Ou seja, há uma piora na situação do Estado. O PIB elevado da região de Belo Horizonte foi acompanhado em 2010 pela elevação das notificações de dengue marcado pelos *clusters* AA.

Figura 5

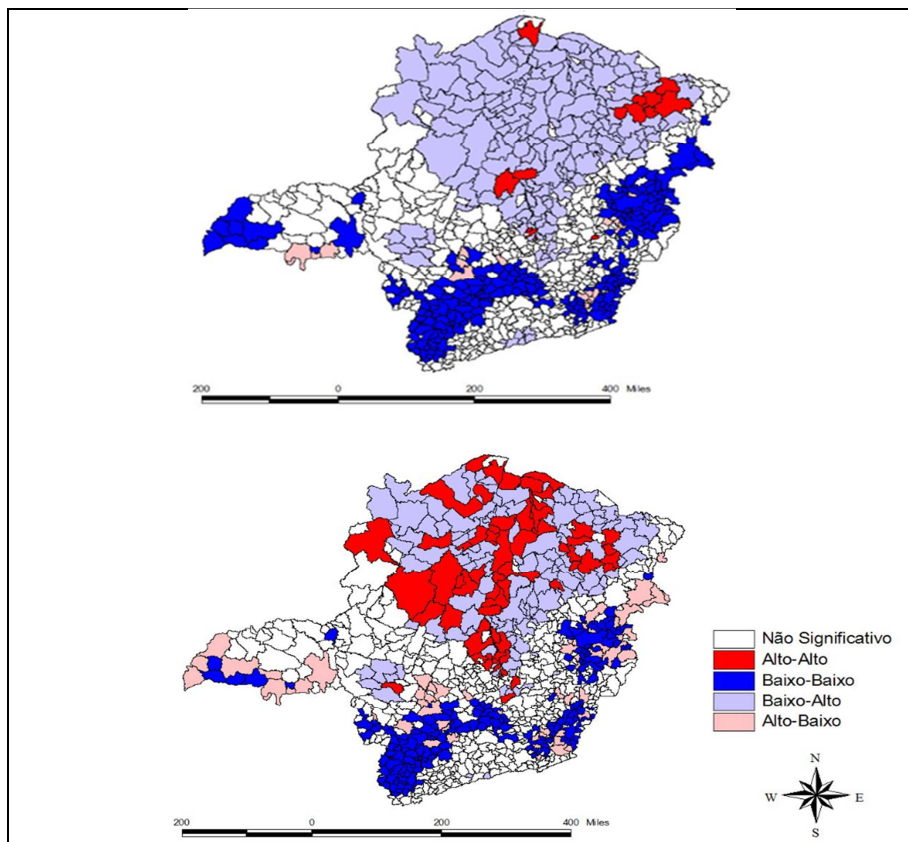
Mapas LISA bivariados da taxa de notificações de dengue e do Produto Interno Bruto — 2000 e 2010



Através da Figura 6, visualiza-se a concentração de *clusters* do tipo baixo-baixo no sul de Minas Gerais, ou seja, são municípios com baixa taxa de notificações de dengue rodeados de vizinhos com baixa cobertura vegetal. No norte do Estado, nota-se a proliferação dos *clusters* alto-alto em 2010, ou seja, ocorre o aumento da taxa de notificações de dengue em municípios com alta incidência de dengue circundados por municípios com alta cobertura vegetal. A elevada cobertura vegetal do norte de Minas pode ter contribuído para o agravamento das taxas de notificações de dengue em 2010, uma vez que as folhas e os entroncamentos das árvores podem servir de recipientes (criadouros) para o acúmulo da água da chuva, como constatado por Carneiro e Candeias (2010).

Figura 6

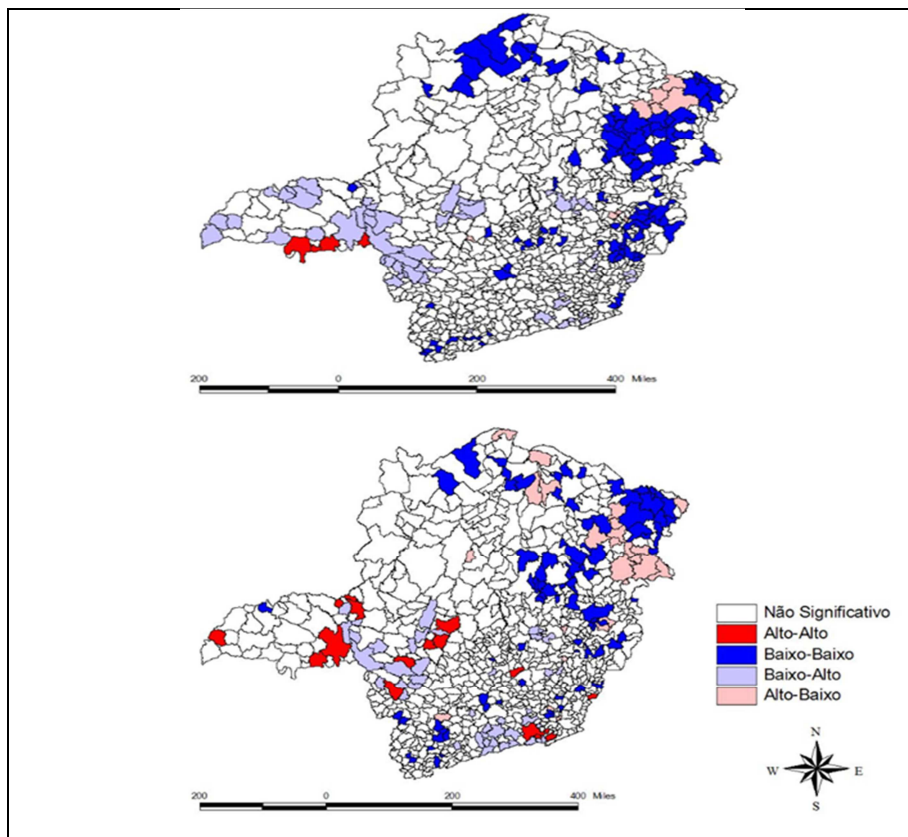
Mapas LISA bivariados da taxa de notificações de dengue e da cobertura vegetal — 2000 e 2010



Averigua-se um baixo número de *clusters* do tipo alto-alto na Figura 7, revelando que poucos municípios com alta incidência da dengue têm como vizinhos municípios com elevado gasto com saúde. Ou seja, os gastos com saúde na região mostram-se um forte indício no combate à dengue. Em 2010, no norte do Estado de Minas Gerais, há o aumento dos *clusters* do tipo alto-baixo, ou seja, municípios com alta taxa de notificações de dengue circundados por municípios com poucos gastos com saúde.

Figura 7

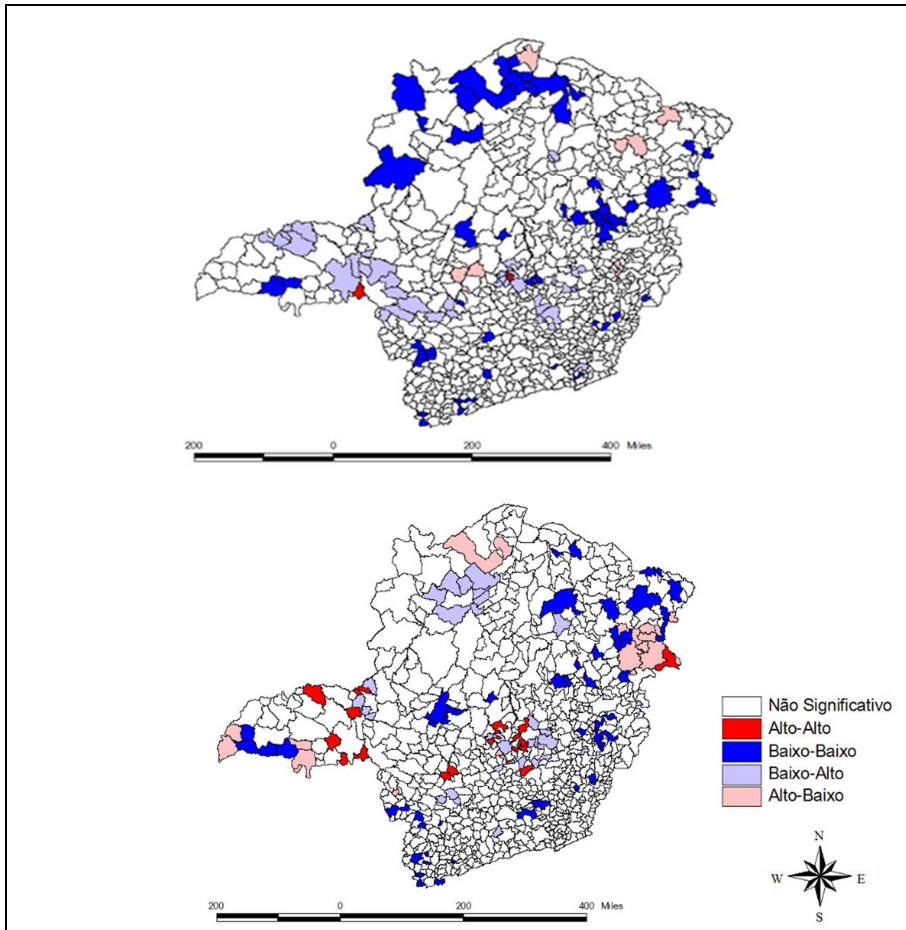
Mapas LISA bivariados da taxa de notificações de dengue e dos gastos com saúde — 2000 e 2010



Nos mapas da Figura 8, constata-se alta aleatoriedade e baixa significância dos *clusters* com predominância do tipo baixo-baixo, indicando baixa taxa de notificação de dengue e baixo gasto com saneamento. Os gastos com saúde e saneamento são essenciais para o controle do *Aedes* e a erradicação da dengue. Além disso, é necessário aumentar os gastos na promoção dos cuidados com higiene e saúde, em especial para a eliminação dos criadouros com envolvimento dos agentes de saúde locais (ARAQUAN, 2014). Os locais com menores gastos com saúde e saneamento são os mais suscetíveis aos casos mais graves da dengue (LAPORTA, 2004; MARZOCHI, 1994).

Figura 8

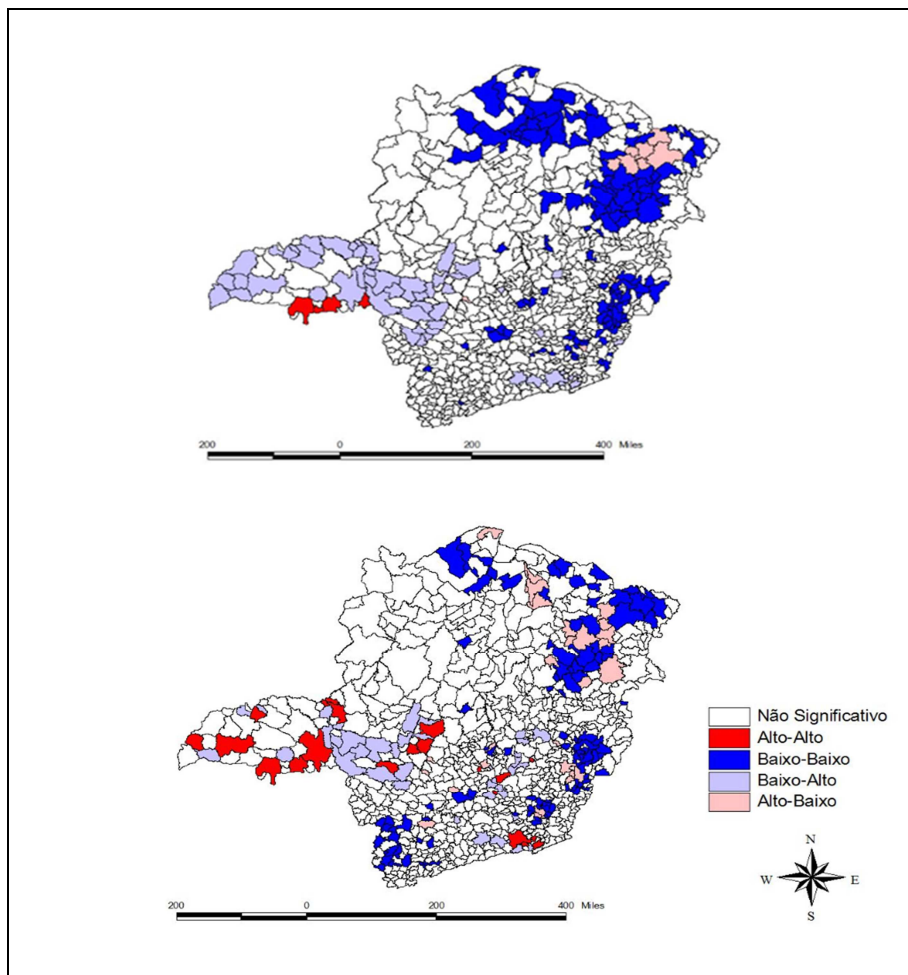
Mapas LISA bivariados da taxa de notificações de dengue e dos gastos com saneamento — 2000 e 2010



Predominam, na Figura 9, *clusters* do tipo baixo-baixo, indicando municípios que apresentam baixa incidência de dengue com vizinhos com baixa renda, ou seja, é possível regiões com baixa renda conseguirem manter o controle dos casos dengue. No sul do Estado, visualizam-se *clusters* do tipo baixo-alto e alto-alto, revelando que essa é a região com renda mais elevada. Assim, são municípios que possuem vizinhos com alta renda.

Figura 9

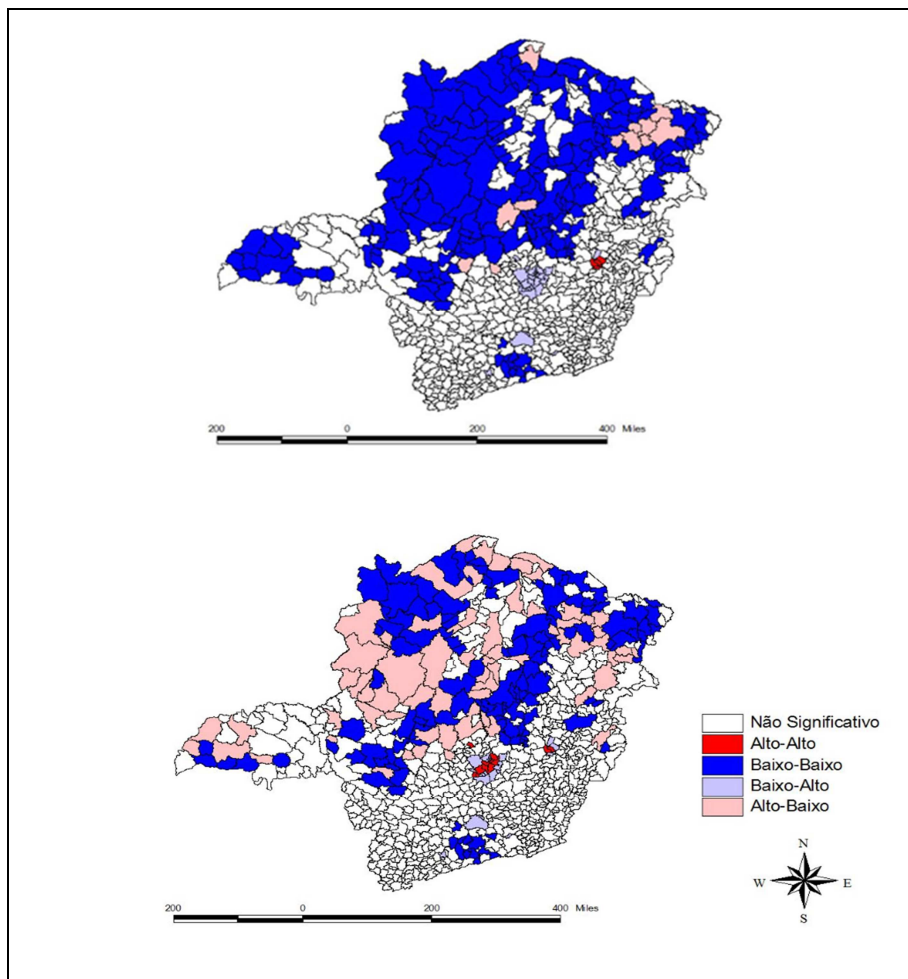
Mapas LISA bivariados da taxa de notificações de dengue e da renda líquida — 2000 e 2010



Constata-se o aumento dos *clusters* do tipo alto-baixo no norte de Minas Gerais, assim, em 2010, esses municípios tiveram uma alta na taxa de notificações de dengue. Como um todo, o Estado apresenta majoritariamente *clusters* do tipo baixo-baixo, ou seja, são municípios com baixa incidência de dengue cercados por municípios com baixa densidade demográfica.

Figura 10

Mapas LISA bivariados da taxa de notificações de dengue e da densidade demográfica — 2000 e 2010

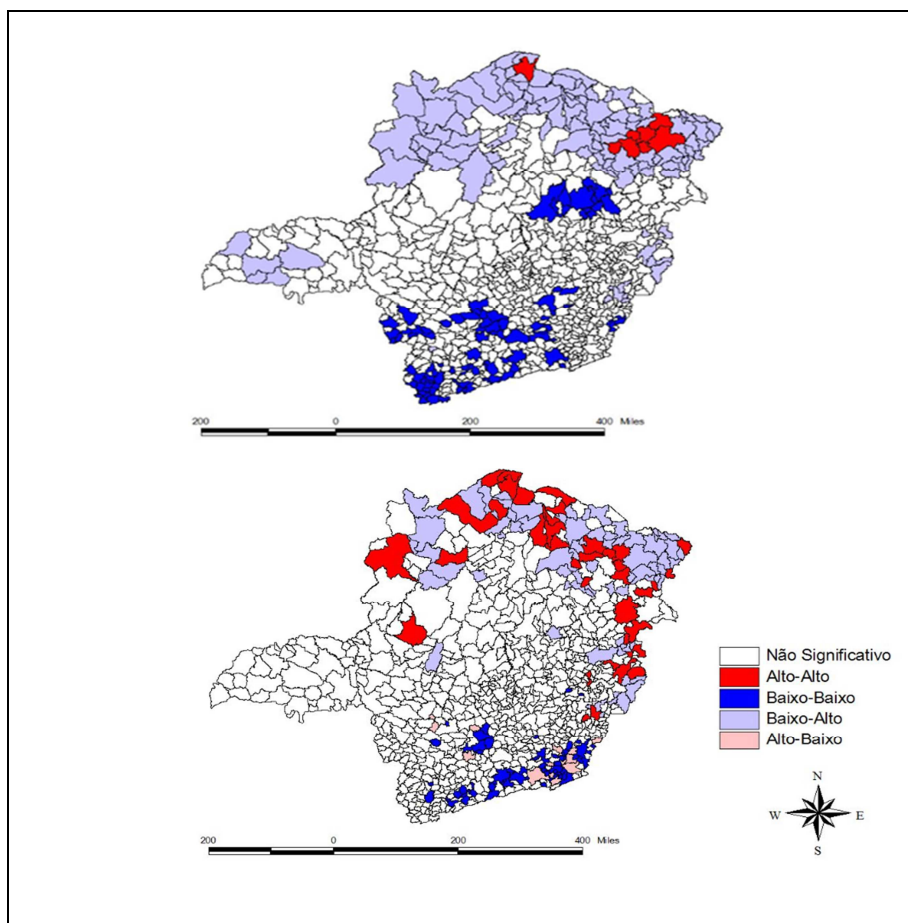


As Figuras 11, 12, 13 e 14 mostram a relação da taxa de notificações de dengue com as variáveis: temperatura máxima, mínima, precipitação e umidade. Tais variáveis compõem o componente principal de clima. Analisando-se os mapas de temperatura (Figuras 11 e 12), observa-se o aumento, em 2010, dos *clusters* do tipo alto-alto no norte do Estado, revelando que essa região, conhecida pelas altas temperaturas, teve o aumento das taxas

de notificações de dengue, enquanto, no Sul do Estado, predominaram os *clusters* do tipo baixo-baixo em 2000 e 2010.

Figura 11

Mapas LISA bivariados da taxa de notificações de dengue e da temperatura máxima — 2000 e 2010



Analisando-se a relação entre dengue, precipitação e umidade, visualiza-se a presença dos *clusters* do tipo baixo-baixo principalmente no norte de Minas Gerais, região conhecida pela seca e baixa umidade. Em 2010, nota-se o surgimento de *clusters* do tipo alto-baixo, revelando o aumento dos casos de dengue.

Figura 12

Mapas LISA bivariados da taxa de notificações de dengue e da temperatura mínima — 2000 e 2010

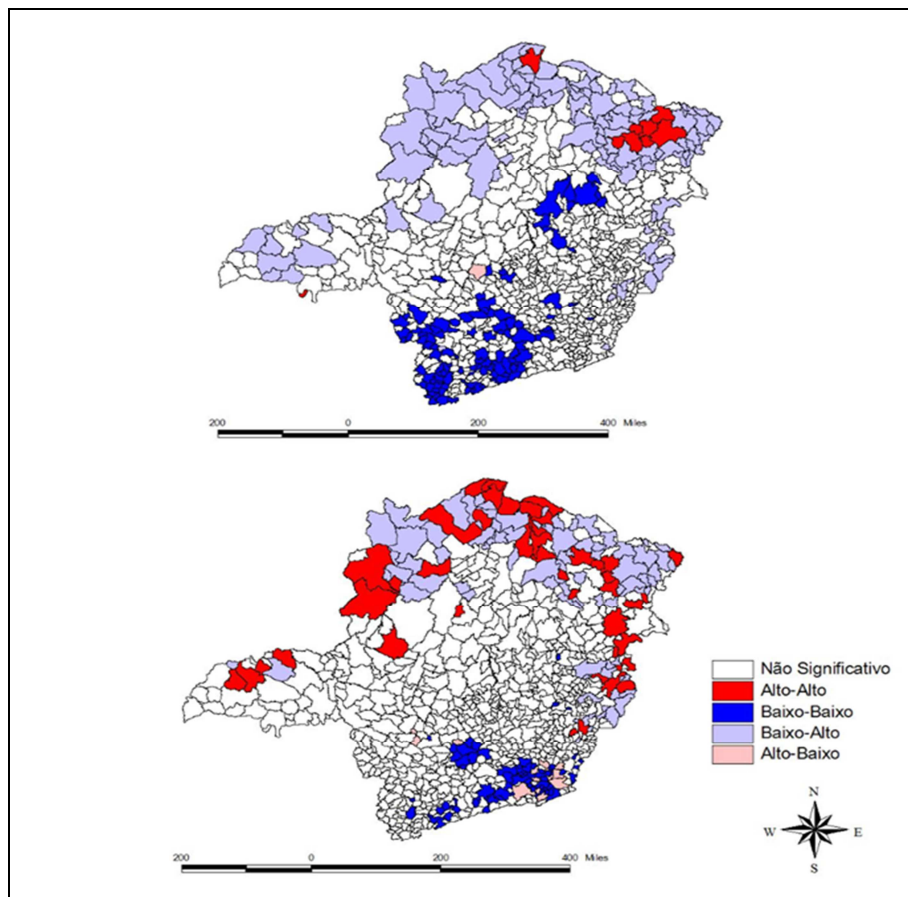


Figura 13

Mapas LISA bivariados da taxa de notificações de dengue e da precipitação — 2000 e 2010

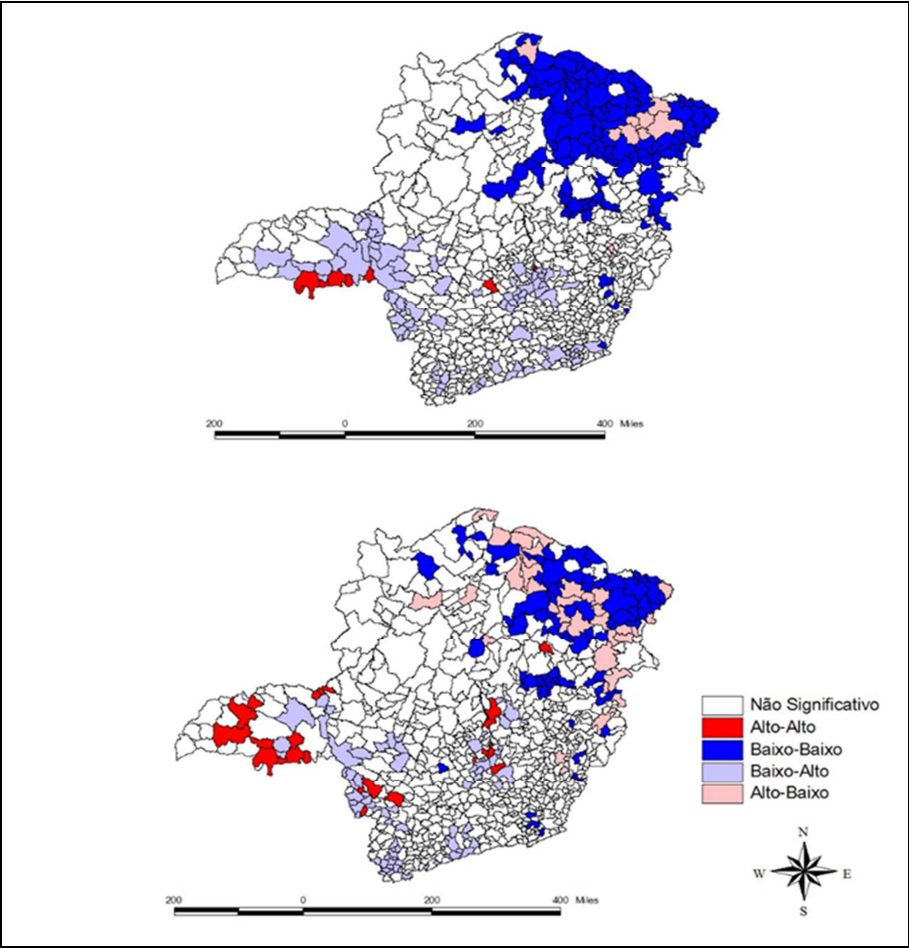
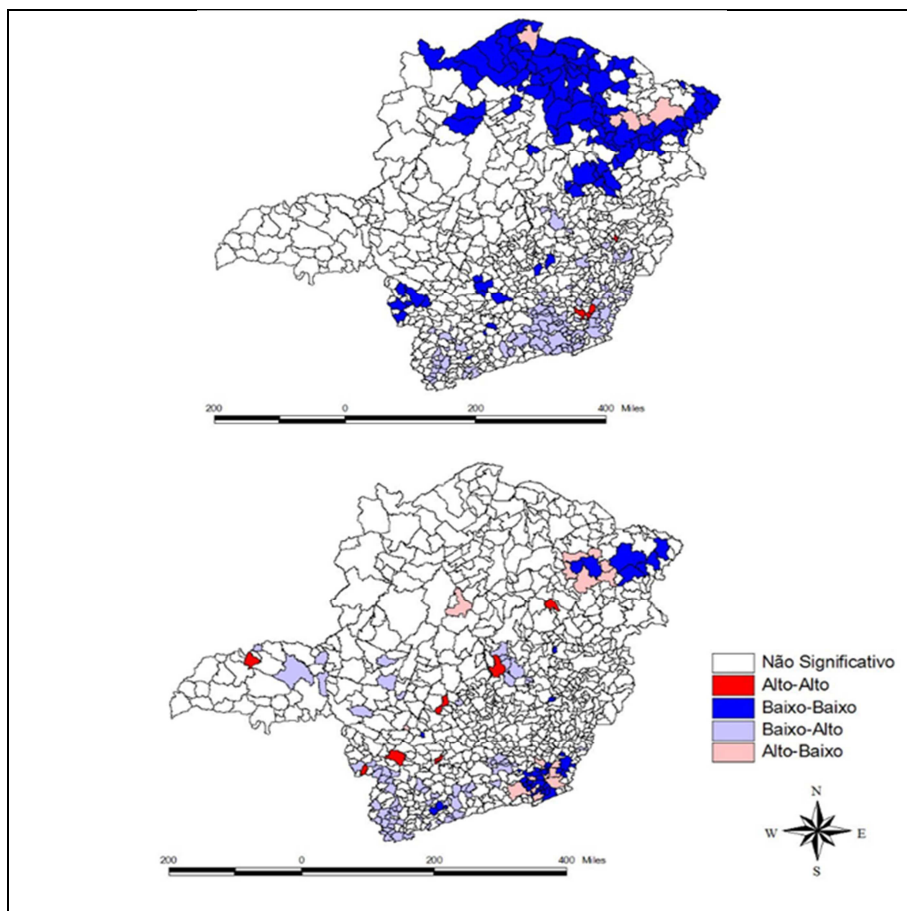


Figura 14

Mapas LISA bivariados da taxa de notificações de dengue e da umidade — 2000 e 2010



Evidencia-se que os fatores climáticos, tais como: temperatura máxima e mínima, umidade relativa do ar e precipitação influenciaram a dinâmica do vetor, bem como a epidemia de dengue em 2010, independente da variável climática analisada. Assim mesmo, no norte do Estado, onde a precipitação é menor, em 2010, observa-se o aumento da taxa de notificações de dengue acompanhando as altas temperaturas máximas e mínimas dessa região (ALMEIDA; MEDRONHO; VALENCIA, 2009; ARAQUAN, 2014; CABRAL; FREITAS, 2012; FLAUZINO; SOUZA-SANTOS; OLIVEIRA, 2009; PEREDA; ALVES; RANGEL, 2011).

Nas Figuras 15, 16 e 17 verificam-se as relações entre a taxa de notificações de dengue e as variáveis: abastecimento de água, coleta de lixo e esgotamento sanitário. Essas variáveis compõem o componente principal de condições sanitárias. Observa-se uma baixa significância dos *clusters*. No norte do Estado, observa-se a baixa presença dos *clusters* do tipo alto-alto, sendo esses mais presentes em 2010, quando o número de casos da dengue aumenta. São municípios com alta incidência de dengue circundados por vizinhos com elevado número de domicílios que apresentam abastecimento de água, coleta de lixo e esgotamento sanitário. Apenas quando se observa a taxa de notificações por dengue com a variável coleta de lixo é que há a predominância dos *clusters* do tipo baixo-baixo (BB), revelando uma baixa incidência de dengue nos municípios circundados por vizinhos com número baixo de domicílios com coleta de lixo. Assim, propiciar infraestrutura com água canalizada, coleta de lixo e esgotamento sanitário são fundamentais para controle do vetor (ARAQUAN, 2014; LAPORTA, 2004; MARZOCHI, 1994; TEIXEIRA *et al.*, 2009).

Figura 15

Mapas LISA bivariados da taxa de notificações de dengue e dos domicílios com abastecimento de água — 2000 e 2010

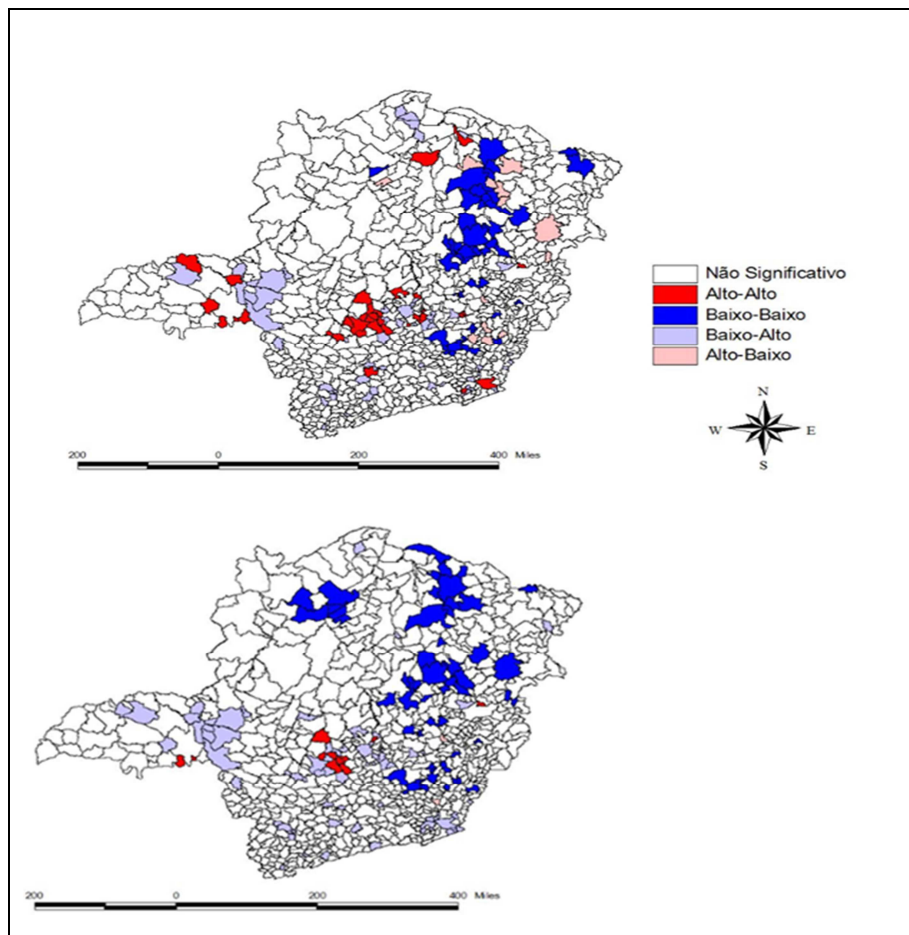


Figura 16

Mapas LISA bivariados da taxa de notificações de dengue e dos domicílios com coleta de lixo — 2000 e 2010

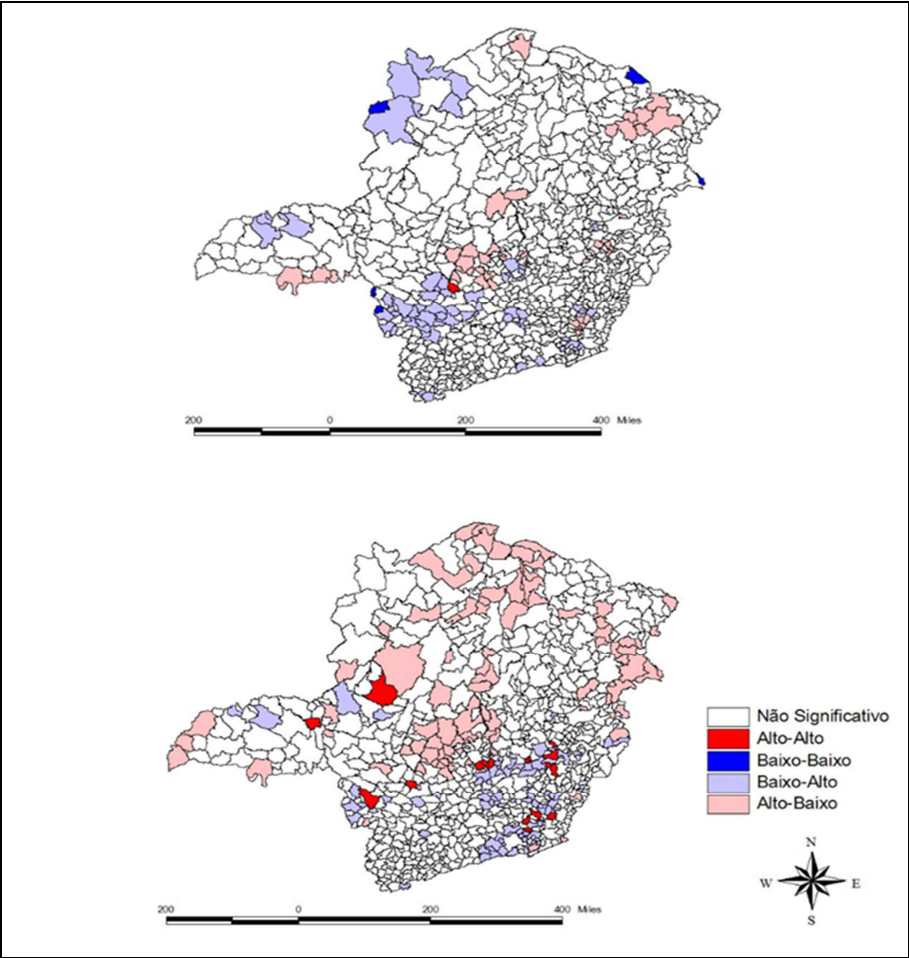
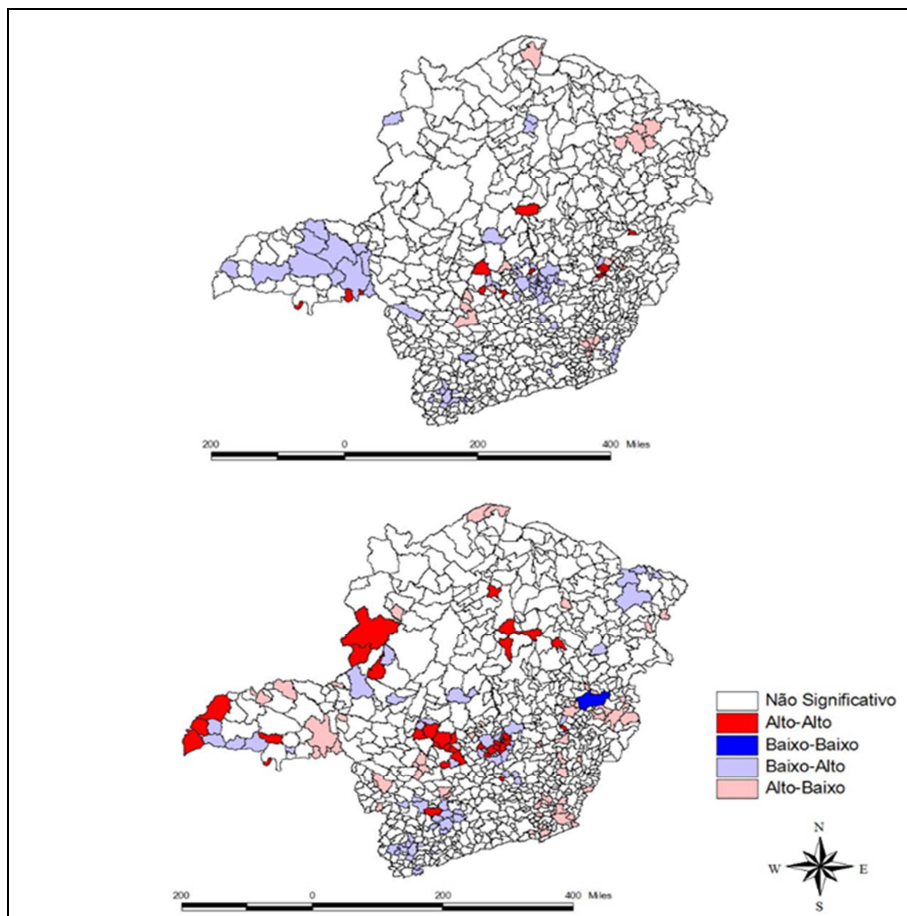


Figura 17

Mapas LISA bivariados da taxa de notificações de dengue e dos domicílios com esgotamento sanitário — 2000 e 2010



Após investigar o comportamento espacial das variáveis através dos mapas de *clusters*, estimam-se as regressões conforme descrito pelas equações (3), (4) e (5). As regressões 3, 4 e 5 foram estimadas por MQO para os anos de 2000 e 2010 e com os dados em diferença (2010/2000) respectivamente. A Tabela 1 mostra os resultados das estimações.

Tabela 1

Resultado das estimações das regressões em municípios do
Estado de Minas Gerais — 2000 e 2010

COEFICIENTES	2000	2010	2010/2000
Constante	-169,69	404,76	(1) 1991,32
Clima	(2) 14,83	40,24	63,74
Condições sanitárias	(2) 20,14	(1) 138,12	182,54
Taxa de analfabetismo	-1,12	5,44	(3) 234,59
Log do PIB	(2) 44,61	(1) 385,51	386,85
Log da renda líquida	-26,31	(2) -412,70	(2) 2382,77
Gastos com saneamento	(3) 0,59	(1) 2,88	6,16
Gastos com saúde	(2) -0,23	-0,11	(2) -2,93
Log da densidade demográfica	(2) 20,75	(3) 132,20	3571,77
Cobertura vegetal	0,34	-3,26	-15,15
R ² ajustado	0,055	0,056	0,016
R ²	0,065	0,066	0,026
MV	-5925,68	-7227,74	-8632,59
AIC	11871,35	14475,49	17285,18
SC	11918,84	14522,97	17332,67
Diagnósticos da heterocedasticidade e da multicolinearidade			
Número Condicional	102,99	108,78	7,06
Jarque-Bera	80922,3	11381,09	240492,82
Desvio-padrão	0,00	0,00	0,00
Breush-Pagan	370,53	218,53	412,90
Desvio-padrão	0,00	0,00	0,00
Koenker-Basset	15,37	23,79	9,99
Desvio-padrão	0,08	0,00	0,35

FONTE DOS DADOS BRUTOS: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2013).

Fundação João Pinheiro (2013).

Instituto Nacional de Meteorologia (2013).

Sistema de Informação e Agravos de Notificação (2013).

(1) Significativo a 0,1%. (2) Significativo a 5%. (3) Significativo a 1%.

Com relação às variáveis socioeconômicas para o ano de 2000, gastos com saneamento básico, gastos com saúde, *log* do PIB, *log* da densidade demográfica e os componentes principais para clima e condições sanitárias mostraram-se influentes na incidência da dengue. Dessas, apenas a variável gastos com saúde apresentou sinal negativo, assim, quanto menor o gasto em saúde, maior o risco de ocorrerem casos de dengue no município.

No ano de 2010, as variáveis condições sanitárias, *log* do PIB, gastos com saneamento, *log* da densidade demográfica e o *log* da renda líquida mostraram-se significativas. Costa e Natal (1998), Almeida, Medronho e Valencia (2009) e Flauzino, Souza-Santos e Oliveira (2009) verificaram relação positiva entre a incidência da dengue e condições sanitárias, o que

corroborar com o resultado encontrado. O crescimento urbano desordenado associado às condições sanitárias inadequadas proporciona condições favoráveis à transmissão da dengue (COSTA; NATAL, 1998). Para Carneiro e Candeias (2010) e Cabral e Freitas (2012), a densidade populacional é fator decisivo para a ocorrência da dengue.

A regressão para a diferença da taxa de notificações em dengue entre os anos 2010 e 2000 apresentou como variáveis significativas o *log* da renda líquida e os gastos com saúde. Além dessas variáveis, a taxa de analfabetismo mostrou-se influente. Essa variável, representando a influência da educação na incidência da dengue, não apresenta um consenso na literatura, pois Mendonça, Paula e Oliveira (2012), Mondini e Chiaravalloti Neto (2007) e Flauzino, Souza-Santos e Oliveira (2009) não encontram relação entre casos de dengue e escolaridade, diferentemente de Nascimento, Petta e Farias (2009), que verificaram uma relação positiva entre as variáveis.

No que se refere aos sinais das variáveis, a constante e a variável taxa de analfabetismo apresentaram sinal negativo para o ano 2000 (equação (1)), sendo essas não significativas, o que não ocorreu nas equações (2) e (3). A variável gastos com saúde apresentou coeficiente negativo em todas as regressões, o que sugere que quanto menores os gastos em saúde, mais propício está o município para a incidência de dengue. Já o *log* da renda líquida apresentou sinal positivo somente para a regressão em primeira diferença (3).

Especificamente sobre as variáveis climáticas, o componente principal de clima foi significativo apenas para o ano 2000. Esse resultado converge com o encontrado na literatura, uma vez que o aumento da temperatura impacta positivamente no risco de ocorrência da dengue. A relação entre dengue e quantidade de chuvas foi também positiva, porém, Pereda, Alves e Rangel (2011) verificaram efeitos decrescentes e até negativos com índice pluviométrico muito elevado. A variável cobertura vegetal não foi significativa para nenhuma das regressões, entretanto, Carneiro e Candeias (2010) encontraram relação inversa entre vegetação e incidência de dengue.

Analisando-se os valores do R^2 ajustado e da máxima verossimilhança, verificou-se que as regressões possuem baixo poder preditivo. Os critérios de informação de Akaike e Schwartz consideram o modelo de primeira diferença como sendo o melhor.

Observa-se que o teste de Jarque-Bera indica que os erros não seguem uma distribuição normal⁴. Os modelos apresentam erros homocedáti-

⁴ A premissa de normalidade dos erros confere maior eficiência aos estimadores e possibilita melhores inferências estatísticas. A justificativa teórica para a inclusão dessa premissa está relacionada à interpretação do termo aleatório u_i e ao Teorema Central do Limite (TCL).

cos, de acordo com os testes de Koenker-Basset e Breush-Pagan, por isso, optou-se em utilizar os resultados gerados usando erros-padrões robustos com correção da matriz de White. Com relação à autocorrelação espacial, os testes *I* de Moran e LM dos resíduos não se mostraram significativos.

6 Considerações finais

O objetivo do trabalho foi entender a influência do espaço e das variáveis ambientais e socioeconômicas na incidência da dengue, nos municípios do Estado de Minas Gerais. O trabalho contribui com a literatura de economia da saúde e de política pública, uma vez que é pioneiro em fazer uma análise econométrica para os municípios mineiros.

Ao se analisarem as variáveis taxa de notificações de dengue conjuntamente com as variáveis ambientais e socioeconômicas através da AEDE, observaram-se: (a) o aumento dos casos de dengue; (b) a dicotomia entre norte e sul do Estado, em que o norte possui em sua maioria *clusters* do tipo baixo-baixo, com baixa taxa de notificações em dengue, baixos gastos com saúde, saneamento, PIB e *log* da renda líquida; (c) a região metropolitana de Belo Horizonte configura um *cluster* do tipo alto-alto, com alta taxa de notificações de dengue, vizinho de municípios com elevadas condições sanitárias.

Os resultados das estimações indicam que o saneamento básico, o PIB *per capita* do município e a densidade populacional influenciam positivamente na incidência da dengue. A variável taxa de analfabetismo não é significativa para as regressões de corte transversal, e isso demonstra que as questões básicas de saúde, ou seja, aquelas que afetam a todos os indivíduos igualmente, independem da educação individual.

A componente principal de clima aparece significativa somente para o ano 2000. Quando a regressão é feita com as variáveis separadamente, ou seja, temperatura mínima e máxima, umidade e precipitação, nenhuma delas parece influenciar nos casos de dengue.

Dado que os testes *I* de Moran e LM não se mostraram significativos, o controle da dependência espacial não deve ser considerado no caso da dengue para os municípios. Tal resultado indica que as políticas públicas podem ter caráter individualizado, pois o que ocorre num município não se relaciona com seus vizinhos no que tange à dengue. Assim, cabe uma aná-

u_i representa a influência combinada do grande número de variáveis não incluídas explicitamente no modelo. O TCL demonstra que a distribuição da soma de um grande número de variáveis aleatórias independentes com mesma distribuição tende a uma normal na medida em que o número de variáveis aumenta.

lise de âmbito mais desagregado, considerando-se bairros e/ou setores censitários e/ou ruas. Tal resultado reforça a importância do controle municipal, com medidas de combate e prevenção da dengue.

Além disso, a dengue não tem causa única, apresentando um conjunto de condições sociais e ambientais que possibilitam a transmissão do vírus por mosquitos. O seu controle requer a formulação de soluções integradas que levem em consideração as inter-relações entre os fatores ambientais, sociais, culturais e econômicos envolvendo os diversos atores sociais: populações locais, pesquisadores e gestores de diversas áreas.

Assim, para erradicar os casos de dengue, é necessária uma atuação integrada que viabilize uma eficiente ação coletiva para controlar a proliferação dos mosquitos em bairros e na comunidade. Devem-se envolver no controle da dengue agentes de saúde moradores do bairro onde trabalham, facilitando, assim, os contatos com a comunidade e as ações de vigilância. Além disso, a participação social não deve ser limitada aos moradores no ambiente doméstico. Ela deve envolver os diversos setores privados e públicos responsáveis pela gestão de áreas que podem oferecer as condições para a proliferação dos mosquitos.

Anexos

Quadro A.1

Detalhamento das variáveis explicativas

VARIÁVEL	DEFINIÇÃO	FONTE
Densidade populacional	Razão entre o número total de pessoas residentes no município e a sua área total, em habitantes/km ²	IBGE
Percentual da população com acesso a abastecimento de água e banheiro	Número de pessoas que vivem em domicílio com água encanada em pelo menos um dos seus cômodos e com banheiro, dividido pela população total e multiplicado por 100	IBGE
Percentual da população atendida com sistema de esgotamento sanitário	Número de pessoas com acesso à rede geral de esgotamento sanitário dividido pela população total do município multiplicado por 100	FJP
Percentual da população atendida por sistema de coleta e tratamento de lixo	Número de pessoas com acesso ao sistema de coleta de lixo dividido pela população urbana total do município multiplicado por 100. São considerados apenas os municípios onde esse percentual é igual ou superior a 70%	FJP

(continua)

Quadro A.1

Detalhamento das variáveis explicativas

VARIÁVEL	DEFINIÇÃO	FONTE
Condições sanitárias	Componente principal feito a partir das variáveis de abastecimento de água, esgoto e lixo	Elaboração própria
Percentual de cobertura vegetal por flora nativa	Razão entre a área coberta por flora nativa (Mata Atlântica, Cerrado e Caatinga) e a área total do município multiplicada por 100	FJP
Produto Interno Bruto (PIB) <i>per capita</i>	PIB total do município no ano, em reais de dezembro de 2010, dividido pela sua população total. Os valores correntes anuais do PIB <i>per capita</i> foram convertidos em valores de dezembro de 2010	FJP
Taxa de analfabetismo da população de 15 anos ou mais	Razão entre o número de pessoas de 15 anos ou mais de idade analfabetas e a população total nessa faixa etária multiplicada por 100	IBGE
Gasto <i>per capita</i> com atividades de saúde	Valor dos gastos orçamentários apresentados nas prestações de contas anuais (PCA), realizados nas subfunções Atenção Básica, Assistência Hospitalar e Ambulatorial, Suporte Profilático e Terapêutico, Vigilância Sanitária, Vigilância Epidemiológica e Alimentação e Nutrição, dividido pela população total do município, em reais de dezembro de 2010	FJP
Gasto <i>per capita</i> com saneamento	Valor dos gastos orçamentários apresentados nas prestações de contas anuais (PCA), realizados nas subfunções Saneamento Básico Rural e Saneamento Básico Urbano, dividido pela população total do município, em reais de dezembro de 2010	FJP
Renda líquida <i>per capita</i>	Valor da receita orçamentária da administração municipal, deduzido operações de crédito, dividido pela população total, em reais de dezembro de 2010	FJP
Temperatura média mínima e máxima	Média das temperaturas para os meses de dezembro a fevereiro	Inmet
Umidade	Média da umidade para os meses de dezembro a fevereiro	Inmet
Precipitação	Média da precipitação de dezembro a fevereiro	Inmet
Clima	Componente principal feita a partir das variáveis temperatura mínima e máxima, umidade e precipitação	Elaboração própria

FONTE: Fundação João Pinheiro (2013).
 Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2013).
 Instituto Nacional de Meteorologia (2013).

Tabela A.1

Análise descritiva das variáveis nos municípios do Estado de Minas Gerais — 2000 e 2010

VARIÁVEIS	MÉDIA		DESVIO-PADRÃO	
	2000	2010	2000	2010
Notificação (1)	37,41	244,47	266,08	1963,39
Densidade	59,13	65,67	286,12	313,67
Produto Interno Bruto	9.136,82	12.213,8	9206,59	14094,5
Renda Líquida	1241,6	1.598,56	620,14	755,37
Vegetação	25,59	25,16	17,99	17,74
Saúde	189,27	389,31	119,60	164,93
Saneamento	32,56	34,63	44,46	53,89
Taxa de analfabetismo	18,22	13,46	8,18	6,46
Esgoto	5,18	11,27	19,19	26,58
Água	40,94	54,99	35,88	39,46
Lixo	2,87	17,21	16,55	37,5
Condições sanitárias	-1,46	1,50	1,10	1,10
Temperatura Máxima	28,71	29,16	1,85	3,26
Temperatura Mínima	17,58	18,32	1,62	2,25
Umidade	71,51	67,94	3,69	6,51
Precipitação	149,20	174,62	43,74	58,46
Clima	7,90	-1,15	1,65	1,49

VARIÁVEIS	MÍNIMO		MÁXIMO	
	2000	2010	2000	2010
Notificação	0,00	0,00	4731,0	52177
Densidade	1,40	1,40	6778,7	7192,4
Produto Interno Bruto	2351,8	3593,19	149121,7	239773,6
Renda Líquida	431,86	671,24	6910,34	8951,91
Vegetação	1,09	1,09	78,61	78,44
Saúde	0,56	56,08	1555,0	1364,0
Saneamento	0,00	0,00	446,0	538,0
Taxa de analfabetismo	4,63	2,87	46,08	35,0
Esgoto	0,00	0,00	99,13	100
Água	0,00	0,00	100	100
Lixo	0,00	0,00	100	100
Condições sanitárias	-2,42	-2,45	6,32	4,09
Temperatura Máxima	21,3	11,3	33,6	35,9
Temperatura Mínima	12,9	1,02	21,7	23,8
Umidade	57,2	30,2	80,9	79,6
Precipitação	50,03	35,86	252,2	383,1
Clima	-4,84	-10,77	5,04	2,94

FONTE DOS DADOS BRUTOS: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2013).

Fundação João Pinheiro (2013).

Instituto Nacional de Meteorologia (2013).

Sistema de Informação e Agravos de Notificação (2013).

(1) Notificação de dengue referente ao ano de 2001.

Tabela A.2

Índice I de Moran da taxa de notificações de dengue com a matriz do tipo rainha em municípios do Estado de Minas Gerais — 2000 e 2010

ANOS	ÍNDICE
2000	(1) 0,301
2010	(1)0,2997

FONTE DOS DADOS BRUTOS: Sistema de Informação e Agravos de Notificação (2013).

(1) $p < 0,01$.

Tabela A.3

Índice I de Moran bivariado da taxa de notificações de dengue e das variáveis explicativas com a matriz rainha em municípios do Estado de Minas Gerais — 2000 e 2010

VARIÁVEIS EXPLICATIVAS	2000	2010
Domicílios com abastecimento de água	0,0094	(1)0,0922
Densidade demográfica	(2) 0,0154	0,0079
Domicílios com esgotamento sanitário	0,0382	0,0391
Domicílios com coleta de lixo	-0,0034	-0,018
Temperatura máxima	0,0193	(3)0,0427
Temperatura mínima	0,0041	(1)0,0562
Taxa de analfabetismo	(1)-0,0512	(1) -0,039
Produto Interno Bruto	(3) 0,0302	(1)0,0792
Renda líquida	(2)-0,0225	(3) 0,033
Gastos com saneamento	-0,0106	(1)0,0524
Cobertura vegetal	(1)-0,0387	-0,0064
Umidade	(3) 0,0326	0,0096
Precipitação	-0,0031	0,014
Gastos com saúde	-0,0099	0,0211

FONTE DOS DADOS BRUTOS: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2013).

Fundação João Pinheiro (2013).

Instituto Nacional de Meteorologia (2013).

Sistema de Informação e Agravos de Notificação (2013).

(1) $p < 0,01$. (2) $p < 0,1$. (3) $p < 0,05$.

Referências

ALMEIDA, E. S. **Econometria Espacial Aplicada**. Campinas: Alínea, 2012.

ALMEIDA, S. A.; MEDRONHO, R. A.; VALENCIA, L. I. O. Análise espacial da dengue e o contexto socioeconômico no município do Rio de Janeiro, RJ. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 43, n. 4, p. 666-673, 2009.

ANSELIN, L. Local indicators of spatial association — LISA. **Geographical analysis**, Columbus, OH, v. 27, n. 2, p. 93-115, 1995.

ARAQUAN, R. B. **Análise da incidência de dengue nos distritos regionais de Belo Horizonte — MG, entre os anos de 2005 a 2013**. 2014. 49 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) — Departamento de Geografia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa (MG), 2014.

BAUMONT, C. **Spatial Effects in Housing Price Models: do house prices capitalize urban development policies in the agglomeration of Dijon (1999)?** [S.l.]: U. Bourgogne, 2004. Mimeografado.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição Federal**. Brasília, DF: Senado Federal, 1988.

BRASIL. Lei nº 8.080, de 19 de setembro de 1990. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 20 set. 1990. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8080.htm>. Acesso em: 3 jan. 2013.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Dengue: decifra-me ou devoro-te**. Brasília, DF, 2007.

BUSS, P. M. Promoção da Saúde e qualidade de vida. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 5, n. 1, p. 167-77, 2000.

CABRAL, J. A.; FREITAS, M. V. Distribuição espacial e determinantes socioeconômicos e demográficos da dengue nos municípios brasileiros. **Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos (RBERU)**, Juiz de Fora, v. 6, n. 1, p. 81-95, 2012.

CÂMARA, F. P. *et al.* Clima e epidemias de dengue no Estado do Rio de Janeiro. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, Uberaba, v. 42, n. 2, p. 137-40, 2009.

CARNEIRO, L. I. S.; CANDEIAS, A. L. B. Análise de dados socioeconômicos e ambientais na cidade do Recife e a dengue no período: 2000 — 2006. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS GEODÉSICAS E TECNOLOGIAS DA GEOINFORMAÇÃO, 3, 2010, Recife. **Anais...** Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 2010. p. 1-9.

CATÃO, R. C. **Dengue no Brasil: abordagem geográfica em escala nacional**. São Paulo: Cultura acadêmica, 2012.

COSTA, A. I. P.; NATAL, D. Distribuição espacial da dengue e determinantes socioeconômicos em localidade urbana no Sudeste do Brasil. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 32, n. 3, p. 232-236, 1998.

FLAUZINO, R. F.; SOUZA-SANTOS, R.; OLIVEIRA, R. M. Dengue, geoprocessamento e indicadores socioeconômicos e ambientais: um estudo

de revisão. **Revista Panamericana de Salud Pública**, Washington, v. 25, n. 5, p. 456-461, 2009.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO (FJP). **Dados de Minas Gerais**. 2013. Disponível em: <<http://datagerais.fjp.mg.gov.br/>>. Acesso em: 7 fev. 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Sistema IBGE de Recuperação Automática**: Censo demográfico 2000 e 2010. 2013. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-demografico>>. Acesso em: 7 fev. 2013

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (Brasil) (Inmet). **BDMEP**: Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa. 2013. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>>. Acesso em: 7 fev. 2013.

JESUS, E. F. R. Interface entre a climatologia e a epidemiologia: uma abordagem geográfica. **Geotextos**, Salvador, v. 6, n. 2, p. 211-236, 2010.

LAPORTA, J. L. **Dengue e infestação do Aedes aegypti no município de Santo André, São Paulo**. 2004. Tese (Doutorado em Saúde Pública) — Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

LIMA, E. C.; VILASBÔAS, A. L. Q. Implantação das ações intersectoriais para o controle da dengue. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 27, n. 8, p. 1507-1519, 2011.

MARQUES, A. J. *et al.* **Situação da dengue no Estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte: Secretaria de Estado de Saúde de Minas Gerais, 2010. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/sistema_nacional_vigilancia_saude_mg_5ed.pdf>. Acesso em: 19 fev. 2013.

MARZOCHI, K. B. F. Dengue in Brazil: situation, transmission and control — a proposal for ecological control. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v. 89, n. 2, p. 235-245, 1994.

MENDONÇA, F.; PAULA, E. V.; OLIVEIRA, M. M. F. **Aspectos socioambientais da expansão da dengue no Paraná**. [S.l.]: Organização Panamericana de la Salud, 2012. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd25/dengue.pdf>>. Acesso em: set. 2012.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado da Saúde. **Informativo**: Situação atual da dengue em Minas Gerais. Belo Horizonte, 2011.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado da Saúde. **Informe Epidemiológico da Dengue**: 11/04/2014. Belo Horizonte, 2014. Disponível em: <<http://www.saude.mg.gov.br/component/gmg/story/6340-informe-epidemiologico-da-dengue-11-04-2014>>. Acesso em: 3 fev. 2017.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado da Saúde. **Linha-Guia de Atenção à Saúde**: multivariada: uma abordagem aplicada. Belo Horizonte: Editora da UFMG, 2005.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. **Zoneamento econômico ecológico do Estado de Minas Gerais**. 2013. Disponível em: <<http://www.zee.mg.gov.br/>>. Acesso em: 6 fev. 2013.

MONDINI, A.; CHIARAVALLI NETO, F. Variáveis socioeconômicas e a transmissão de dengue. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 41, n. 6, p. 923-930, 2007.

NASCIMENTO, P. S. R.; PETTA R. A.; FARIAS, D. R. Análise espaço-temporal da incidência dos casos de dengue no Rio Grande do Norte entre os anos de 2004 e 2007. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 14., 2009, Natal. **Anais...** São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2009. p. 7561-7568.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE (OPAS). **Curso de aperfeiçoamento em desenvolvimento de recursos humanos de saúde**. Brasília, DF, 1991. (Série Desenvolvimento de Recursos Humanos, n. 3). Disponível em: <http://bvsmis.saude.gov.br/bvs/publicacoes/CADRHU_completo.pdf>. Acesso em: 6 fev. 2013.

PEREDA, P. C.; ALVES, D. C. O.; RANGEL, M. A. Elementos climáticos e incidência de dengue: teoria e evidências para municípios brasileiros. In: MEETING OF THE BRAZILIAN ECONOMETRIC SOCIETY, 33, 2011, Foz do Iguaçu. **Anais...** Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Econometria, 2011. Disponível em: <bibliotecadigital.fgv.br/ocs/index.php/sbe/EBE11/paper/download/2938/1333>. Acesso: 13 jan. 2014.

ROSEN, G. **Uma história da Saúde Pública**. São Paulo: Hucitec, 1994.

SARACENI, V. *et al.* Estudo de confiabilidade do SINAN a partir das Campanhas para a Eliminação da Sífilis Congênita no Município do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, São Paulo, v. 8, n. 4, p. 419-424, 2005.

SILVA, A. A. *et al.* Fatores sociais e ambientais que podem ter contribuído para a proliferação da dengue em Umuarama, estado do Paraná. **Acta Scientiarum: Health Science**, Maringá, v. 25, n. 1, p. 81-85, 2003.

Disponível em:

<<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciHealthSci/article/view/2305>>.

Acesso em: dez. 2012.

SISTEMA DE INFORMAÇÃO E AGRAVOS DE NOTIFICAÇÃO (SINAN). **Total de casos notificados de Dengue por semana de início dos sintomas e classificação final**. Belo Horizonte, 2013. Disponível em: <http://portalpbh.pbh.gov.br/pbh/ecp/comunidade.do?evento=portlet&pldPlc=ecpTaxonomiaMenuPortal&app=saude&tax=34838&lang=pt_BR&pg=5571&taxp=0>. Acesso em: 19 fev. 2013.

TEIXEIRA, M. G. *et al.* Dengue: vinte e cinco anos da reemergência no Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 25, supl. 1, p. 7-18, 2009.

TEIXEIRA, M. G. *et al.* Seleção das doenças de notificação compulsória: critérios e recomendações para as três esferas de governo. **Informe Epidemiológico do Sus**, Brasília, DF, v. 7, n. 1, p. 7-28, 1998.

WESTPHAL, M. F.; MENDES R. Cidade saudável: uma experiência de interdisciplinaridade e intersetorialidade. **Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro, v. 34, n. 6, p. 47-61, 2000.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **World health statistics**. [S.l.], 2012. Disponível em:

<<http://www.who.int/whosis/whostat/2012/en/index.html>>. Acesso em: 5 maio 2013.

