

SAÚDE, MEIO AMBIENTE E DEMOGRAFIA INTRINSECAMENTE RELACIONADOS: ANÁLISE DA DENGUE E SEUS CONDICIONANTES AMBIENTAIS E DEMOGRÁFICOS EM UM MUNICÍPIO BRASILEIRO NO ANO DE 2013 ¹

Igor Cavallini Johansen[▲]

Roberto Luiz do Carmo[◆]

Maria do Carmo Dias Bueno[★]

RESUMO

Objetivo. A partir de uma perspectiva multidisciplinar, analisaram-se as relações entre saúde, meio ambiente e demografia enquanto intrinsecamente relacionados. Observou-se, por um lado, a dispersão espacial dos casos de dengue no município de Caraguatatuba, Brasil, no ano de 2013 e, por outro, a distribuição local dos serviços de saneamento ambiental e as características sociodemográficas da população residente tomando como escala de análise o nível intramunicipal.

Métodos. Realizou-se a distribuição dos dados do universo do Censo Demográfico de 2010 (IBGE) em uma grade regular; pesquisas de campo e uma Regressão Binomial Negativa Inflacionada de Zeros (ZINB).

Resultados. A regressão mostrou que, entre os fatores de risco, o fato de se estar a 300 metros de proximidade de um ponto estratégico (ferros velhos, borracharias, depósitos de materiais recicláveis, etc.) aumenta em 67% a taxa de incidência de dengue. Além disso, o aumento de 1% da proporção de domicílios com renda per capita até 3 salários mínimos faz aumentar em 71 vezes a taxa de incidência de dengue, enquanto o acréscimo em 1% da proporção de pessoas não brancas contribui para o incremento de mais de 4 vezes nessa taxa. Enquanto fator de proteção, constata-se que o aumento de 1% na proporção de domicílios não próprios reduz em 92% a taxa de incidência de cada sub-área de estudos.

Conclusão. Foi possível observar ao longo deste estudo o papel das características sociodemográficas dos grupos populacionais no interior do município de Caraguatatuba que estão associadas com o espalhamento e a intensidade da doença no território. Concluiu-se que a dengue possui um conjunto múltiplo de fatores relacionados com a incidência de epidemias e que apresenta um condicionamento social, ao passo que esta doença tem maior chance de atingir grupos populacionais com características específicas, notadamente aqueles em piores condições socioeconômicas.

PALAVRAS-CHAVE: População, ambiente, saúde, dengue, Caraguatatuba.

¹Trabajo presentado en el VI Congreso de la Asociación Latinoamericana de Población, realizado en Lima-Perú, del 12 al 15 de agosto de 2014.

▲ Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) – Brasil, e-mail: igorcavallini@gmail.com

◆ Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) – Brasil, e-mail: roberto@nepo.unicamp.br

★ Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) – Brasil, e-mail: bueno.mariadocarmo@gmail.com

INTRODUÇÃO

Estima-se que ocorram cerca de cinquenta milhões de infecções por dengue a cada ano em mais de 100 países. Aproximadamente dois bilhões e meio de pessoas vivem em territórios onde a dengue é endêmica, o que ocorre principalmente na Ásia, África e América do Sul (OMS, 2006; OMS, 2009; Nature, 2007). Nas quatro últimas décadas, a dengue foi reconhecida como uma das mais importantes doenças virais transmitidas por mosquito, emergindo em países previamente considerados livres de transmissão e ressurgindo naqueles onde a doença já havia sido controlada (Shepard et al., 2011).

Dentre os condicionantes que podem facilitar a disseminação da dengue merecem registro: a intensificação das trocas de mercadorias e maior agilidade dos meios de transporte somadas à crescente mobilidade espacial da população, que facilitam a dispersão de mosquitos e pessoas contaminadas pelos vírus da dengue; a expansão sem planificação das áreas urbanas, cujo abastecimento irregular da água leva à necessidade de estoque doméstico, podendo vir a constituir novos criadouros do mosquito; e a inadequada coleta e destinação final do lixo que, em conjunto com uma série de outros fatores podem promover a proliferação do mosquito vetor dessa doença infecciosa (Donalisio, 1999; Tauil, 2001; Hayes et al., 2003; Linhares, Celestino, 2006; Barreto, Teixeira, 2008; Andrade, 2009).

Na América Latina, o principal mosquito vetor da dengue é o *Aedes aegypti*, que necessita de água parada para colocar seus ovos e dar continuidade ao seu ciclo vital (Gubler, 1998; Donalisio, Glasser, 2002). Toda esta região, e especificamente o Brasil, foi palco de um intenso processo de concentração de população em áreas definidas como urbanas, a partir de significativa migração populacional de áreas rurais para urbanas na segunda metade do século XX. Esse processo de crescimento e adensamento das cidades não foi acompanhado *pari passu* pelas políticas de saneamento ambiental, inclusive de abastecimento de água (Coelho, 2008; Brasil, 2011). Assim, constatam-se até hoje lacunas importantes em termos de acesso à água de qualidade à população e, aqueles que possuem tal serviço, são usualmente afetados pela descontinuidade no abastecimento (falta d'água).

Tais fenômenos – a falta de provimento de água via rede geral ou a intermitência do serviço – impelem a população a buscar alternativas para suprir suas necessidades de vida relacionadas com esse recurso básico. Uma das opções frequentes é estocar água em recipientes variados, que quando não devidamente tampados transformam-se em potenciais focos de reprodução para o *Aedes aegypti*. Nesse sentido, entre o conjunto de fatores correlacionados com a disseminação da dengue, evidenciados acima, tem-se na água especificamente, e no saneamento ambiental de modo mais amplo, aspectos fundamentais na contenção ou potencialização das epidemias desta doença (Gubler, 1998; Donalisio, 1999; Donalisio, Glasser, 2002; Tauil, 2002; Penna, 2003; Lenzi, Coura, 2004; Marzochi, 2004; Pignatti, 2004; Abrahão, 2005; Santos, Augusto, 2005; Tauil, 2006; Ferreira, Chiaravalloti Neto, 2007; Coelho, 2008; Carmo, 2009; Figueiro et al., 2010; Coelho, 2012; Teixeira, 2012).

Donalisio (1999) faz referência à inter-relação entre falta de saneamento ambiental e formas de organizar a vida em sociedade com a transmissão facilitada da dengue nas áreas de maiores concentrações populacionais. No mesmo sentido, Carmo (2009, p. 11) pondera que diante do processo brasileiro de urbanização constata-se a criação de condições favoráveis de proliferação para o *Aedes aegypti*, o que se relaciona à falta de serviços de infraestrutura básica como água canalizada, esgoto e coleta de lixo. Este é o aspecto ambiental que se pretende abordar neste estudo.

Todavia, para além das características do ambiente, as condições socioeconômicas da população também podem implicar em variações na taxa de incidência de dengue. Apesar de ainda não ser consensual na bibliografia especializada, um conjunto importante de autores encontraram a existência da relação entre condições socioeconômicas e taxa de incidência de dengue, como é o caso de Costa e Natal (1998) analisando a epidemia de dengue na cidade de São José do Rio Preto (SP) em 1995; Machado, Oliveira e Souza-Santos (2009), que averiguaram as epidemias de dengue em Nova Iguaçu (RJ) entre 1996 e 2004 e Resendes et al. (2010), com o estudo de caso das epidemias de dengue em Niterói (RJ) entre 1998 e 2006. É a partir desse debate teórico – e suas controvérsias – que se encontram as bases para a realização deste estudo.

Diante da complexidade de fatores envolvidos na disseminação dessa doença infecciosa, o recorte deste artigo compreende, fundamentalmente, **a busca pela compreensão do espalhamento da dengue no nível intramunicipal através da análise das características do saneamento ambiental e do perfil socioeconômico da população**. A delimitação temporal é a mais recente possível, com as informações de casos confirmados de dengue para o ano de 2013, especificamente entre os meses de janeiro e maio, que são os meses de pico anual da doença. As informações das características da população são tomadas do último Censo Demográfico realizado no país (IBGE, 2010).

A hipótese inicial compreendeu a assunção de que há uma significativa relação entre as características do saneamento ambiental e a incidência de dengue. Todavia, especialmente em um contexto no qual os serviços de saneamento estão praticamente universalizados, observou-se a importância de buscar fatores explicativos adicionais para o fenômeno. Desse modo, para além dos elementos do saneamento ambiental, foram investigadas as características sociodemográficas da população residente e a proximidade de pontos estratégicos (ferros velhos, borracharias, depósitos de materiais recicláveis, etc.) em relação à distribuição dos casos de dengue em Caraguatatuba. Realiza-se, a seguir, uma breve apresentação do histórico da dengue no município para, em seguida, apontar as metodologias utilizadas neste estudo.

1. HISTÓRICO DA DENGUE NO MUNICÍPIO DE CARAGUATATUBA

O histórico da dengue no município de Caraguatatuba tem início no ano de 2002, quando ocorreram as notificações dos primeiros casos autóctones, somando 333 ao todo. Os casos autóctones de dengue compreendem aqueles cuja transmissão ocorreu no interior do município e cujo contaminado foi um residente². Tem-se mantido, desde então, a prevalência de casos e o quadro epidêmico da doença. O *Aedes aegypti* encontra na região condições favoráveis para seu desenvolvimento, dentre os quais é importante citar: a) urbanização acelerada; b) condições climáticas favoráveis (calor e umidade); c) turismo proporcionado pelas belezas naturais e, portanto, gerador de grande circulação de pessoas oriundas não apenas do estado de São Paulo, como de outras partes do país; d) a região compreende um corredor de passagem para o porto de São Sebastião; e d) é atravessada pela BR-101, conhecida como Rodovia Rio-Santos, sabidamente dois polos onde a dengue é considerada endêmica (Secretaria Municipal de Saúde de Caraguatatuba, 2013). Observa-se, por consequência, que o município de Caraguatatuba, centro geográfico do litoral norte do estado de São Paulo, apresenta condições altamente favoráveis à eclosão e manutenção de realidades epidêmicas dessa doença infecciosa.

² Cf. Manuila et al. (2003): “**Autóctone** – a. e s. Que vive ou que nasceu. Em Medicina, diz-se de uma infecção contraída no próprio lugar onde vive o doente. Sin.: *nativo, aborígene.*”

Em 2010 ocorreu a maior epidemia de dengue da história de Caraguatatuba, ocasião na qual foram registrados 3.698 casos confirmados, dos quais 3.672 foram autóctones. O segundo maior pico epidêmico de dengue é o ano de 2013 que, apesar de ainda não apresentar a contagem fechada, já possuía até novembro 1.679 casos autóctones de dengue confirmados. Sobre os óbitos, foram dois em 2010 e um em cada ano subsequente, 2011, 2012 e 2013.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A grade regular, o georreferenciamento dos casos de dengue e dos pontos estratégicos

Foram agregados os microdados do universo do Censo Demográfico 2010 para a geração de uma grade regular, com unidades espaciais com cerca de 0,0625km² ou 250x250m, abrangendo a área classificada pelo IBGE como sendo urbana do tipo 1, ou seja, onde estão localizadas as áreas legalmente definidas como urbanas e aquelas reservadas à expansão urbana (Figura 1).

A Figura 1 apresenta uma ilustração das unidades de análise consideradas neste estudo, às quais foram sobrepostos os casos confirmados de dengue registrados pela Secretaria de Saúde do município de Caraguatatuba entre janeiro e maio de 2013. Os casos de dengue foram representados através de pontos georreferenciados por quarteirão. A suposição é que entre 2010 e 2013 as mudanças em termos de infraestrutura de saneamento não foram significativas.

Essa grade regular foi realizada no programa ArcGIS, versão 10, utilizando a ferramenta *Create Fishnet* e suas dimensões foram definidas para tentar desagregar ao máximo os dados disponibilizados por setores censitários, considerando as diferenças regionais de ocupação e as questões de sigilo estatístico. A fonte das informações para a constituição dessa grade foram os microdados do universo do Censo, o Cadastro de Endereços para Fins Estatísticos e a Base Territorial, cedidos em caráter extraordinário pelo IBGE para utilização em tese de doutorado de Maria do Carmo Dias Bueno.

Esta estratégia metodológica aumentou muito a acuidade espacial do dado tendo em vista que a menor unidade de análise na qual os dados do Censo Demográfico são tradicionalmente disponibilizados é o setor censitário, que é irregular em tamanho e abrange áreas bastante distintas em termos de composição da população. Isso porque quanto maior a unidade estudada e, portanto, maior a população, menor será a homogeneidade interna e a capacidade de distinguir diferenças (Bueno, D'Antona, 2012). Nesse sentido, a agregação dos dados e a representação em termos de uma matriz nos moldes indicados permite fornecer a este estudo um nível maior de resolução. Esta novidade facilita, ainda, a sobreposição das informações de caráter diferente, que são os dados de saúde e os sociodemográficos.

Esta inovação em desenvolvimento na tese de doutorado de Maria do Carmo Dias Bueno (Departamento de Demografia – UNICAMP) já foi testada em outras análises (D'Antona; Dagnino; Bueno, 2010; Bueno, Dagnino, 2011; Bueno, D'Antona, 2012).

Os pontos georreferenciados referentes aos casos de dengue por local de residência do paciente assim como a localização dos “pontos estratégicos”³ (ferros velhos, borracharias, depósitos de materiais recicláveis, oficinas com borracharia, desmanches de automóveis, entre

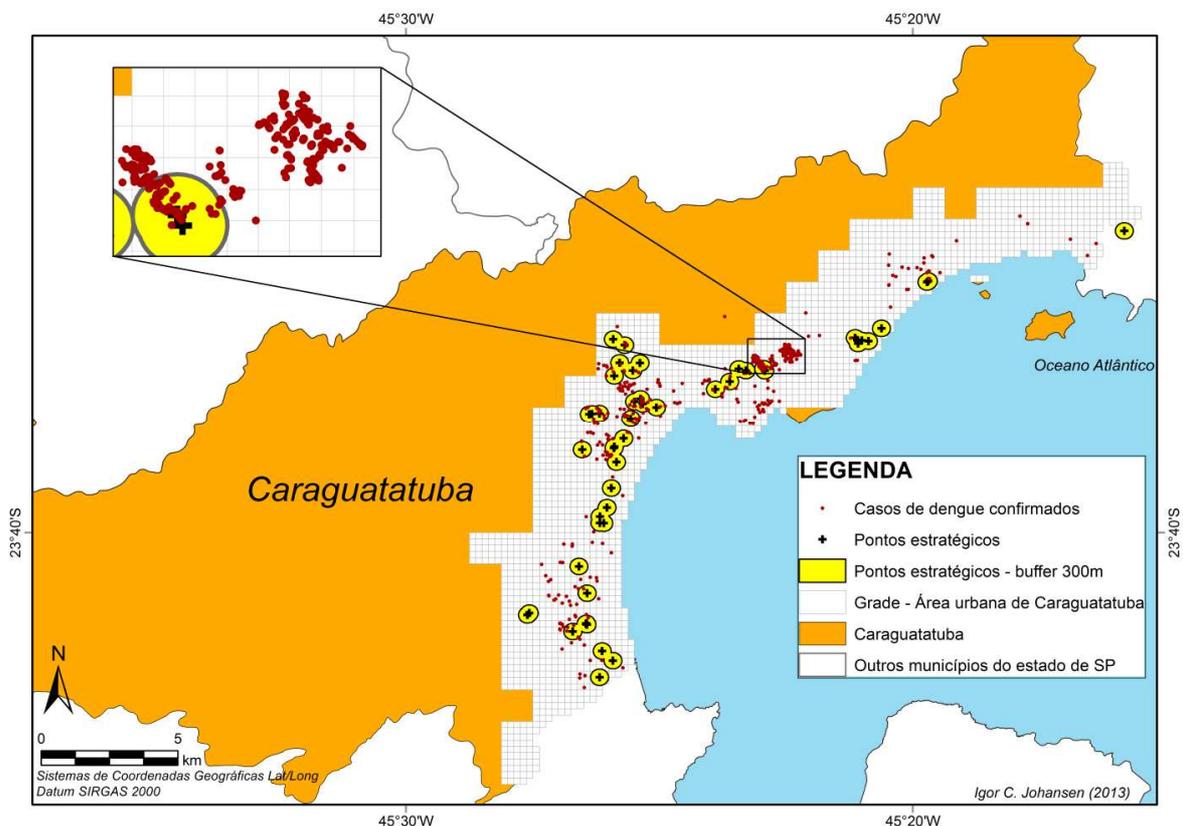
³ Os pontos estratégicos também estão previstos enquanto fundamentais no controle da dengue nas “Diretrizes Nacionais para a Prevenção e Controle de Epidemias de Dengue” (Brasil, 2009).

outros) foram obtidos junto à Secretaria Municipal de Saúde de Caraguatatuba durante as pesquisas de campo. Os pontos estratégicos se mostraram muito importantes principalmente nas áreas com população menos privilegiada, nas quais principalmente a coleta de materiais recicláveis torna-se um meio de garantir a sobrevivência. Os principais problemas advêm da forma como tais recicláveis são armazenados, muitas vezes favorecendo a procriação do mosquito transmissor da dengue.

Tendo em vista a importância potencial desses pontos estratégicos para a disseminação de vetores da dengue, desenhou-se então um buffer de 300 metros ao redor de cada um deles, observando sua área de influência, assim como sua proximidade em relação aos casos de dengue georreferenciados. Essa estratégia de verificação pode ser observada na Figura 10. Observa-se, assim, que existe visualmente uma relação importante entre proximidade de pontos estratégicos e casos de dengue.

Figura 1

Mapa de casos confirmados de dengue com buffer de 300m a partir dos pontos estratégicos, área urbana de Caraguatatuba, janeiro – maio de 2013



FONTE: IBGE, 2010. Grade regular estruturada a partir dos microdados do universo do Censo Demográfico e do Cadastro de Endereços para Fins Estatísticos e da Base Territorial. Casos de dengue obtidos a partir da Secretaria Municipal de Saúde de Caraguatatuba.

NOTA: 1- As células correspondem apenas à área urbana do município. Pelo motivo de que a dengue é uma doença fundamentalmente urbana, será analisada apenas essa área. A considerável porção territorial do município não classificada como urbana compreende principalmente área de cobertura vegetal, parte do Parque Estadual da Serra do Mar.
2- Os casos de dengue apresentados são aqueles notificados entre os meses de janeiro a maio de 2013.
3- A área em destaque (zoom) representa os bairros onde ocorre a maior concentração de casos de dengue para aquele período, Olaria e Casa Branca.

Para se ter uma dimensão da estrutura desses pontos estratégicos, indica-se na Figura 2 algumas imagens ilustrativas. Elas foram coletadas nos bairros Olaria, Casa Branca, Tinga e Perequê-Mirim, situados em áreas periféricas da cidade.

Figura 2

Acúmulo de material reciclável, bairros Olaria/Casa Branca, Tinga e Perequê-Mirim



NOTA: Os bairros Olaria e Casa Branca foram apresentados conjuntamente pelo motivo de que são aqueles onde houve maior concentração de casos de dengue no período estudado e, por serem vizinhos, apresentam dinâmica bastante interligada, como se fossem um único bairro.

Foi possível observar através da Figura 1 que existe visualmente uma relação importante entre proximidade de pontos estratégicos e casos de dengue. Mas qual seria a dimensão da importância desses pontos em termos do aumento da taxa de incidência desta doença para as

localidades onde estão localizados? Para responder a esta pergunta, inseriu-se no banco de dados uma nova coluna chamada “proximidade”. Às células que estavam englobadas sob o buffer de 300m dos pontos estratégicos foi atribuído o valor 1 (sim), às demais atribuiu-se o valor 0 (não). Utilizou-se então esta variável, juntamente com outras ambientais e as sociodemográficas, para a realização da Regressão Binomial Negativa Inflacionada de Zeros (ZINB), conforme se apresenta a seguir.

Regressão Binomial Negativa Inflacionada de Zeros (ZINB)

O processo de modelagem compreende a busca de um modelo mais parcimonioso possível, isto é, que possa descrever de modo adequado a magnitude das relações entre a variável dependente e as variáveis independentes. Os Modelos Lineares Generalizados (GLM) são uma extensão dos modelos lineares clássicos, sendo indicados quando as variáveis em estudo não apresentam aderência à distribuição normal, principalmente pelo fato de estas serem resultantes de processos de contagem (como número de casos ou taxa de incidência de dengue, por exemplo). Estes modelos compõem um grupo de distribuições de probabilidade conhecido como família exponencial de distribuições e englobam diversas funções aditivas como a regressão linear, de Poisson, logística, log-linear, entre outras (Nelder, Wedderburn, 1972; McCullagh, Nelder, 1998).

As análises dos dados para Caraguatatuba mostram que a variância é muito superior à média da distribuição, indicando uma possível superdispersão nos dados, que foi comprovada pela realização de testes. Observada a superdispersão, foi inviabilizada a aplicação dos modelos tradicionais de regressão de Poisson.

Conforme Costa (2013), a superdispersão nos dados também pode ser decorrente do excesso de zeros, ou seja, quando a frequência observada de zeros excede em muito o número esperado, segundo as premissas da distribuição dos dados. O excesso de zeros em um caso como o deste estudo é muito comum tendo em vista que, apesar de a dengue ser uma doença bastante alarmante e cada vez mais disseminada, sua ocorrência ainda compreende o que se pode chamar de “evento raro”, ou seja, é comum haver unidades de análise nas quais não foi registrado oficialmente nenhum caso de dengue⁴.

Uma alternativa para minimizar a superdispersão seria a aplicação da Regressão Binomial Negativa, mas esta é insuficiente para controlar a presença de excesso de zeros. Com vistas a superar esta limitação, alguns estudiosos desenvolveram modelos inflacionados de zeros. Revisões destes métodos incluem trabalhos na área da econometria, medicina, saúde pública, epidemiologia, biologia e demografia (Mullahy, 1986; Ridout, Demétrio e Hinde, 1998; Hall, 2000; Gschlöbl, Czado, 2008; Meira, 2009; Pinto et al., 2012). Os modelos inflacionados de zeros distinguem-se por ajustar os dados a partir de uma mistura de duas populações: uma caracterizada pela contagem de zeros e outra na qual as contagens são realizadas a partir de uma distribuição discreta, como Poisson ou Binomial Negativa, por exemplo.

Neste trabalho utiliza-se o modelo Binomial Negativo Inflacionado de Zeros (ZINB), considerando o processo de contagem como uma distribuição binomial negativa para estimar a associação entre a variável dependente taxa de incidência de dengue no município de Caraguatatuba entre janeiro e maio de 2013 e sete variáveis independentes: quatro variáveis

⁴ Do total de 1055 células com moradores, que entraram nesta análise, 863 não apresentaram nenhum caso de dengue, restando então 192 células com moradores e casos da doença. O excesso de zeros fica, desse modo, evidente.

ambientais (proporção de domicílios com água inadequada; proporção de domicílios com esgoto inadequado; proporção de domicílios com lixo inadequado e proximidade de até 300 metros de pontos estratégicos como ferros velhos, borracharias, etc.), além de três variáveis sociodemográficas (proporção de domicílios com renda per capita até 3 salários mínimos, proporção de pessoas não brancas e proporção de domicílios não próprios). A taxa de incidência foi calculada a partir do quociente entre casos de dengue e número de moradores em cada célula. A distribuição ZINB surge como uma mistura da Distribuição Binomial Negativa e uma distribuição que leva em conta o excesso de zeros (Cameron, Trivedi, 1998; Yau, Wang e Lee, 2003).

Foram construídos para cada variável do estudo Modelos de Regressão Binomial Negativa Inflacionada de Zeros. Ou seja, realizaram-se várias regressões com uma única variável independente, aferindo seu papel na oscilação da variável dependente, considerando um nível de significância de 0,05. As variáveis independentes utilizadas nesta análise são apresentadas na Figura 3.

Figura 3

Quadro com as variáveis utilizadas nas análises univariadas aplicando a regressão binomial negativa inflacionada de zeros (ZINB)

MODELO	VARIÁVEL			
	NOME	CATEGORIA	DESCRIÇÃO	TIPO
1.1	agua_inad	Ambiental	Proporção de domicílios com água inadequada (poço ou nascente na propriedade + poço ou nascente fora da propriedade + carro-pipa + água de chuva armazenada em cisterna + água de chuva armazenada de outra forma + rios, açudes, lagos, igarapés + outra)	Numérica
1.2	esg_inad	Ambiental	Proporção de domicílios com esgoto inadequado (fossa rudimentar + vala + rio + outro escoadouro)	Numérica
1.3	lixo_inad	Ambiental	Proporção de domicílios com lixo inadequado (queimado + enterrado + terreno baldio ou logradouro + jogado em rio, lago ou mar + outro)	Numérica
1.4	proximidade	Ambiental	Proximidade de até 300m de pontos estratégicos (ferros velhos, borracharias, depósitos de materiais recicláveis, oficinas com borracharia, desmanches de automóveis, entre outros) 1=sim, 0=não	Catégorica
1.5	prop_ate3sm	Sociodemográfica	Proporção de domicílios com renda per capita até 3 salários mínimos	Numérica
1.6	n_branco	Sociodemográfica	Proporção de pessoas não brancas	Numérica
1.7	dom_n_proprio	Sociodemográfica	Proporção de domicílios não próprios (alugado + cedido por empregador + cedido de outra forma + outra condição)	Numérica

A variável proximidade mostrou-se importante tendo em vista as visitas ao campo e a verificação da relevância dos chamados pontos estratégicos (ferros velhos, borracharias, depósitos de materiais recicláveis, oficinas com borracharia, desmanches de automóveis, entre outros) para a geração de novos criadouros do *Aedes aegypti* e, portanto, sua centralidade para o controle da dengue no município. Já as variáveis de saneamento utilizadas (proporção de domicílios com água inadequada, esgoto inadequado e lixo inadequado) foram utilizadas tendo em vista a discussão teórica que aponta a importância da urbanização e condições de saneamento ambiental para a eclosão das epidemias de dengue. Em termos de saneamento essas eram as variáveis do universo do Censo Demográfico 2010, ou seja, aquelas aplicadas a toda a população. Acerca das variáveis sociodemográficas, foram escolhidas as que apresentaram um nível de significância de 0,05 no processo de aplicação do modelo Binomial Negativo Inflacionado de Zeros. Estas foram: proporção de domicílios com renda per capita até 3 salários mínimos, de pessoas não brancas e de domicílios não próprios.

3. RESULTADOS

Resultado da Regressão Binomial Negativa Inflacionada de Zeros (ZINB)

A Tabela 1 mostra os resultados da Regressão Binomial Negativa Inflacionada de Zeros simples. A partir dos resultados dos modelos, observa-se que as variáveis ambientais de saneamento (agua_inad: proporção de domicílios com água inadequada, esg_inad: proporção de domicílios com esgoto inadequado e lixo_inad: proporção de domicílios com lixo inadequado) não apresentam relações estatisticamente significativas ao nível de 5%. Por outro lado, as variáveis que mostraram relações estatisticamente significativas foram proximidade de pontos estratégicos, proporção de domicílios com renda per capita até 3 salários mínimos, proporção de pessoas não brancas e proporção de domicílios não próprios.

Tabela 1

Coefficientes e razão da taxa de incidência dos modelos de regressão binomial negativa inflacionada de zeros simples para dengue no município de Caraguatatuba entre janeiro e maio de 2013

VARIÁVEIS	COEFICIENTES	RAZÃO DA TAXA DE INCIDÊNCIA (RT)	VALOR-P
agua_inad	-2,0369	0,130	0,057
esg_inad	-0,2465	1,279	0,658
lixo_inad	-5,5500	0,003	0,059
proximidade	0,5140	1,672	0,047
prop_ate3sm	4,2726	71,708	0,000
n_branco	1,4723	4,359	0,041
dom_n_prop	-2,5266	0,080	0,000

FONTE: Elaboração própria com base nas saídas do software R.

Dentre os fatores de risco, o fato de se estar em uma área de 300 metros de proximidade de um ponto estratégico (ferro velho, borracharia, depósito de materiais recicláveis, etc.) aumenta em 67% a taxa de incidência de dengue. Além disso, o aumento de 1% da proporção de domicílios com renda per capita até 3 salários mínimos faz aumentar em 71 vezes a taxa de incidência de dengue, enquanto o acréscimo em 1% da proporção de pessoas não brancas contribui para o incremento de mais de 4 vezes nessa taxa. Por outro lado, enquanto fator de

proteção, constata-se que o aumento de 1% na proporção de domicílios não próprios, com destaque para os domicílios alugados⁵, reduz em 92% a taxa de incidência de cada sub-área de estudos. Verifica-se, assim, que o fator mais fortemente associado à taxa de incidência de dengue foi proporção de domicílios com renda per capita até 3 salários mínimos. Esses resultados serão discutidos a seguir.

4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS ENCONTRADOS

A Regressão Binomial Negativa Inflacionada de Zeros demonstrou a fundamental importância de locais como ferros velhos, borracharias, depósitos de materiais recicláveis, entre outros para a taxa de incidência da doença. Estar a uma distância de até 300 metros destes locais aumenta em 67% a taxa de incidência de dengue naquela localidade. Esta foi a única variável ambiental que apresentou significância estatística. As demais – esgoto inadequado, lixo inadequado e água inadequada – não obtiveram significância possivelmente em decorrência da virtual universalização dos serviços de provimento de água e coleta de lixo no município. Quanto ao esgoto, sabe-se que os ambientes preferenciais de oviposição de *Aedes aegypti* são aqueles com água limpa e parada. Como tais ambientes são profícuos na área de estudo, a questão do esgoto torna-se aparentemente menos relevante para o combate a esta doença⁶.

Por outro lado, neste processo de modelagem ficou evidente a importância das variáveis sociodemográficas para o controle da dengue. Observa-se que, para cada sub-área estudada, o aumento de 1% da proporção de domicílios com renda per capita até 3 salários mínimos faz aumentar em 71 vezes a taxa de incidência de dengue. Isso relaciona diretamente as populações com menor acesso a recursos financeiros e a doença infecciosa. Este foi o fator mais fortemente associado à taxa de incidência de dengue. Além disso, verificou-se que o aumento de 1% na proporção de domicílios não próprios, com destaque para os domicílios alugados, reduz em 92% a taxa de incidência em cada sub-área de estudos.

É imprescindível lembrar que o município de Caraguatatuba apresenta atividade econômica ainda bastante relacionada ao “turismo de segunda residência”, ou seja, com elevado percentual de domicílios de uso ocasional (para se ter uma ideia, em 2010, conforme dados do IBGE, 43,2% dos domicílios particulares de Caraguatatuba eram de uso ocasional). Assim sendo, uma possível explicação para se ter encontrado que o aumento na proporção de domicílios não próprios reduz a taxa de incidência é o fato de que, especificamente em um município turístico, a propriedade do domicílio não significa maior atenção com criadouros do mosquito vetor da dengue, tendo em vista que esses proprietários frequentemente deixam seus imóveis fechados durante todo o período de baixa-temporada, visitando-os com baixa regularidade e por períodos muito curtos. Por outro lado, os domicílios alugados, apesar de não serem de propriedade do morador, possuem pessoas permanentemente no local, o que pode facilitar a verificação de existência de focos pelos próprios residentes e também a entrada de trabalhadores da vigilância epidemiológica para realizar o controle mecânico e químico do *Aedes aegypti*. Esse é um ponto interessante e vale a intensificação das pesquisas no sentido de verificar até que ponto a proximidade ou a distribuição dos domicílios de segunda residência afetam a incidência de dengue.

⁵ Entre os domicílios não próprios na área urbana de Caraguatatuba, mais de 73% estão enquadrados na categoria “alugados” (IBGE, 2010, Resultados do Universo).

⁶ Não se pode deixar de indicar, contudo, a importância da coleta e tratamento de esgotos para uma série de outras doenças, inclusive tendo em vista a qualidade de vida da população e, no caso de uma cidade litorânea e turística como Caraguatatuba, o despropósito de se lançar tais dejetos diretamente na praia.

Outra variável estatisticamente significativa no modelo foi a proporção de pessoas não brancas, cujo aumento conflui para a elevação da taxa de incidência de dengue em mais de quatro vezes. Tendo em vista que no Brasil a cor da pele da população e a situação socioeconômica, assim como o perfil epidemiológico, ainda estão intimamente associados⁷, o que se observa é o fato de que, quanto mais pessoas negras e pardas, também no caso de Caraguatatuba para o ano 2013, maior é a taxa de incidência de dengue. Importante notar que esse achado de certa forma apresenta discordância com a bibliografia que, especialmente quando analisa os casos de dengue hemorrágica, indica incidências menores para pessoas de cor da pele preta (Blanton et al., 2008; Figueiredo et al., 2010; Teixeira et al., 2013).

Uma dificuldade encontrada ao longo deste estudo foi a questão da escala. Esta dificuldade ficou evidente em especial no processo de modelagem, devido à demasiada fragmentação das unidades de estudo, as células de 250 x 250m. Quando se aumenta o detalhamento da escala, os processos tornam-se tão fragmentados que se pode perder a chance de visualizar tendências gerais e, desse modo, dificulta-se a compreensão dos fenômenos de forma mais ampla. A utilização das grades regulares neste trabalho compreendeu uma avaliação da eficácia de tal nível de análise. Ela certamente apresentou resultados profícuos, indicando sim possibilidades explicativas para o fenômeno estudado. Todavia, para futuros estudos serão avaliados outros níveis, o que pode ser realizado através do agrupamento das áreas utilizadas nesta pesquisa, de modo a se avançar na definição da escala mais adequada para a compreensão dos fatores que permeiam a multicausalidade da dengue no nível intramunicipal.

CONCLUSÕES

O objetivo deste artigo foi observar, por um lado, a dispersão espacial da dengue no município de Caraguatatuba, Brasil, no ano de 2013 e, por outro, a distribuição dos serviços de saneamento ambiental que caracterizam a urbanização (água, esgoto e resíduos sólidos) e as características sociodemográficas da população residente tomando como escala de análise o nível intramunicipal.

A hipótese inicial compreendeu a assunção de que há uma significativa relação entre as características do saneamento ambiental e a incidência de dengue. Todavia, especialmente em um contexto no qual os serviços de saneamento estão praticamente universalizados, como é o caso de Caraguatatuba, foi necessário buscar outros fatores explicativos para o fenômeno que poderiam ser verificados com os dados disponíveis (o Censo Demográfico de 2010, do IBGE, e as informações mapeadas pela Secretaria de Saúde de Caraguatatuba para realizar o controle da dengue). Desse modo, para além dos elementos do saneamento ambiental, foram investigadas as características sociodemográficas da população residente e a proximidade de pontos estratégicos (ferros velhos, borracharias, depósitos de materiais recicláveis, etc.) e sua relação com a distribuição dos casos de dengue no interior daquele município.

O caso de Caraguatatuba é emblemático dos municípios cuja cobertura dos serviços de saneamento já atinge praticamente toda a população, o que é uma realidade especialmente para os municípios das regiões Sul e Sudeste do Brasil. Principalmente em um contexto de expansão virtual dos serviços de saneamento ambiental à população brasileira, alcança-se cada vez mais um maior número de municípios com cobertura praticamente universalizada, o

⁷ A mortalidade infantil é maior entre os negros (Cunha, 1998). Além disso, negros morrem mais que brancos por causas externas (Batista; Escuder e Pereira, 2004; Soares, 2011), têm maiores dificuldades para inserção no mercado de trabalho (Santos, Scopinho, 2011) e ainda ganham menores salários que brancos (Campante; Crespo; Leite, 2004; Guimarães, 2006).

que tem acontecido primeiro em relação ao provimento de água e depois à coleta de lixo e de esgotos. Mesmo nesse cenário de avanços significativos, as epidemias de dengue não arrefeceram, muito pelo contrário, expandiram ainda mais a sua atuação no território nacional, inclusive com o aumento dos casos graves da doença, a dengue hemorrágica. Esse fenômeno certamente exige novas chaves explicativas.

A partir deste trabalho foi possível averiguar a importância dos chamados “pontos estratégicos” para o controle da dengue em Caraguatatuba. Desse modo, sugere-se fortemente ao poder público que busque meios de orientar a coleta de materiais recicláveis, seja através da criação de cooperativas de catadores de material reciclável, seja por meio de incentivos individuais para o armazenamento e adequação desses materiais no âmbito das unidades domésticas.

Em síntese, pode-se presumir que o saneamento e outras questões ambientais sejam relevantes para o controle da dengue em alguns contextos (especialmente naqueles onde tais questões ainda não estejam equacionadas). Todavia, em outros cenários são necessários novos elementos explicativos.

Observou-se ao longo deste estudo o papel das características sociodemográficas dos grupos populacionais no interior do município de Caraguatatuba que condicionaram o espalhamento e a intensidade da doença no território. Assim, talvez a principal conclusão auferida deste trabalho seja a de que, apesar de o saneamento, no caso estudado, ter sido uma peça menos fundamental (diante dos dados disponíveis), a dengue possui sim um condicionamento social e, portanto, não poderia ser classificada como “democrática”, ao passo que tem maior chance de atingir grupos populacionais com características específicas, notadamente aqueles em piores condições socioeconômicas.

Contudo, nota-se que, conforme informações da própria Secretaria de Saúde daquele município litorâneo, apesar de o surgimento da doença no município acontecer frequentemente a partir dos bairros com piores condições de vida, em certo momento – com a própria movimentação dessa população pelo território – a doença espalha-se facilmente e ainda que continue bastante intensificada nessas áreas específicas, atinge todo o município, inclusive os segmentos mais privilegiados. Nesse sentido, ainda se carece de mais estudos sobre esse processo de espalhamento da doença no território, especialmente no nível intramunicipal, que é onde a transmissão de fato ocorre e o âmbito no qual as políticas públicas para controle da dengue são pensadas e aplicadas.

É preciso ressaltar, inclusive, a conexão entre mudanças ambientais e saúde, que é apontada em relatório publicado pela OMS (2008). Nele, indica-se que os primeiros impactos promovidos pelas mudanças climáticas na saúde humana podem muito bem constituir alterações na faixa geográfica (latitude e altitude) e na sazonalidade de determinadas doenças infecciosas – inclusive infecções transmitidas por vetores, como a malária e a dengue. Neste contexto complexo, torna-se premente investigar os fatores relacionados a estas doenças, o que se buscou fazer ao longo deste artigo para o caso da dengue, especialmente em uma chave interpretativa que se desenvolva em um âmbito interdisciplinar, no qual se busque o diálogo entre os aspectos da saúde, do meio ambiente e da dinâmica demográfica enquanto intrinsecamente relacionados.

* * *

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abrahão, C. E. C. (2005), “Dengue, abordagem ecossistêmica”, en Augusto, L.G.S., Carneiro, R. M., Martins, P.H. (Orgs.) *Abordagem ecossistêmica em saúde – ensaios para o controle do dengue*. Recife: Ed. Universitária da UFPE.
- Andrade, V. R. (2009), *Distribuição espacial do risco de dengue em região do Município de Campinas*. Tese (Doutorado) Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Ciências Médicas. Campinas/SP.
- Barreto, M. L.; Teixeira, M. G. (2008), “Dengue no Brasil: situação epidemiológica e contribuições para uma agenda de pesquisa”, en *Estudos Avançados*, v. 22, n. 64.
- Batista, L. E.; Escuder, M. M. L. y Pereira, J. C. R. (2004), “A cor da morte: causas de óbito segundo características de raça no Estado de São Paulo, 1999 a 2001”, en *Revista de Saúde Pública*, v. 38, n. 5.
- Blanton, R. E. et al. (2008), “Genetic ancestry and income are associated with dengue hemorrhagic fever in a highly admixed population”, en *European Journal of Human Genetics*, vol. 16, n. 6.
- Brasil (2009), *Diretrizes nacionais para prevenção e controle de epidemias de dengue*, Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância Epidemiológica. Brasília: Ministério da Saúde. Disponible en: <http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/diretrizes_epidemias_dengue_11_02_10.pdf>, acceso en diciembre 2013.
- Brasil (2011), *Cartilha dengue*, Ministério da Saúde. Disponible en: <http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/flash/cartilha_dengue.html>, acceso en octubre 2012.
- Bueno, M. C. D.; D’Antona, A. O. (2012), “Utilização de grades regulares para análises espaciais intramunicipais de variáveis demográficas – testes para Limeira – SP, 2010”, en *Anais do XVIII Encontro Nacional de Estudos Populacionais*, ABEP. Águas de Lindóia/SP.
- Bueno, M. C. D.; Dagnino, R. S. (2011), “População em Unidades de Conservação da Amazônia Legal: estimativas a partir da Contagem Populacional 2007”, en D’Antona, A. O.; Carmo, R. L. (Org.), *Dinâmicas demográficas e ambiente*, 1ed. Campinas: NEPO/Unicamp.
- Cameron, A. C.; Trivedi, P. K. (1998), *Regression Analysis of Count Data*, Cambridge University Press, 1998.
- Campante, F. R.; Crespo, A. R. V. y Leite, P. G. P. G. (2004), “Desigualdade salarial entre raças no mercado de trabalho urbano brasileiro: aspectos regionais”, en **Revista Brasileira de**, Rio de Janeiro, v. 58, n. 2 .
- Carmo, R. L. (2009), “Urbanization, water and health in Brazil: Aspects of dengue fever epidemics”, en *XXVI International Population Conference, IUSSP*. Marrakech.
- Coelho, G. E. (2012), “Challenges in the control of *Aedes aegypti*”, en *Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo* [online], vol.54, suppl. 18.
- Coelho, G. E. (2008), “Dengue: desafios atuais”, en *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, vol.17, n.3.
- Costa, A. I. P., Natal, D. (1998), “Distribuição espacial da dengue e determinantes socioeconômicos em localidade urbana no Sudeste do Brasil”, en *Rev Saúde Pública*, vol. 32, n. 3.
- Costa, J. V. (2013), *Análise espacial do risco de dengue no município de Campinas: modelagem bayesiana*. Tese (doutorado). Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Ciências Médicas, Campinas, SP. Disponible en: <<http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=000905588>>, acceso en diciembre 2013.
- Cunha, E. M. G. P. (1998), “Mortalidade Infantil é maior entre Negros”, en *Folha de São Paulo*, 16 nov. 1998.

- D'Antona, A. O.; Dagnino, R. S. y Bueno, M. C. D. (2010), "Geotecnologias e Gestão de Políticas Públicas: uso de dados demográficos", en Baeninger, R. (Org.), *População e Cidades: Subsídios para o Planejamento e Políticas Sociais*. 1ed. Brasília: UNFPA, vol. 1.
- DONALISIO, M. R. (1999), *O dengue no espaço habitado*, São Paulo: Hucitec: Funcraft.
- Donalisio, M. R.; Glasser, C. M. (2002), "Vigilância entomológica e controle de vetores do dengue", en *Rev. bras. epidemiol.* [online], vol. 5, n.3.
- Ferreira, A. C.; Chiaravalloti Neto, F. (2007), "Infestação de área urbana por *Aedes aegypti* e relação com níveis socioeconômicos", en **Rev. Saúde Pública**, São Paulo, v. 41, n. 6.
- Figueiredo, M. A. et al. (2010), "Allergies and diabetes as risk factors for dengue hemorrhagic fever: results of a case control study", en *PLoS neglected tropical diseases*, v. 4, n. 6.
- Figueiro, A. C. et al. (2010), "Análise da lógica de intervenção do Programa Nacional de Controle da Dengue", en *Rev. Bras. Saude Mater. Infant.* [online], vol.10, suppl.1.
- Gschlößl, S.; Czado, C. (2008), "Modelling count data with overdispersion and spatial effects", en *Statistical Papers*, vol. 49, n. 3.
- Gubler, D. J. (1998), "Dengue and Dengue Hemorrhagic Fever", en *Public Health*, vol. 11, n. 3.
- Guimarães, R. O. (2006), "Desigualdade salarial entre negros e brancos no Brasil: discriminação ou exclusão?", en *Econômica*, v. 8, n. 2.
- Hall, D. B. (2000), "Zero-inflated Poisson and binomial regression with random effects: a case study", en *Biometrics*, vol. 56, n. 4.
- Hayes, J. M. et al. (2003), "Risk factors for infection during a severe dengue outbreak in El Salvador in 2000", en *The American journal of tropical medicine and hygiene*, v. 69, n. 6.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2010), *Censo Demográfico 2010*. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>.
- Lenzi, M. De F.; Coura, L. C. (2004), "Prevenção da dengue: a informação em foco", en *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, vol. 37, n. 4.
- Linhares, E. K.; Celestino, A. A. (2006), "Considerações sobre os casos registrados de dengue entre 2000 e 2005 e alguns fatores socioambientais na Zona Oeste do Rio de Janeiro" en *Anais do XV Encontro Nacional de Estudos Populacionais, ABEP*, Caxambu-MG.
- Machado, J. P.; Oliveira, R. M. y Souza-Santos, R. (2009), "Análise espacial da ocorrência de dengue e condições de vida na cidade de Nova Iguaçu, Estado do Rio de Janeiro, Brasil", en *Cad Saúde Pública.*, vol. 25, n. 5.
- Manuila, L. et al. (2003), *Dicionário médico*, 9ª Ed, Rio de Janeiro: Medsi.
- Marzochi, K. B. F. (2004), "Dengue endêmico: o desafio das estratégias de vigilância", en *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, vol. 37, n. 5.
- McCullagh, P.; Nelder, J. A. (1998), *Generalized Linear Models*, Chapman & Hall, London, 2nd Edition. Boca Raton, FL: Chapman and Hall/ CRC Pressw.
- Meira, K. C. (2009), *Mortalidade por Câncer de Colo de Útero no Município do Rio de Janeiro, no período de 1999 a 2006*. Tese (doutorado) – Fundação Oswaldo Cruz. Rio de Janeiro, RJ.
- Mullahy, J. (1986), "Specification and testing of some modified count data models", en *Journal of Econometrics*, vol. 33, n. 3.
- Nature (editorial) (2007), "Dengue fever climbs the social ladder", en *Nature*, vol. 448, n. 7155.
- Nelder, J. A.; Wedderburn, R. W. M. (1972), "Generalized Linear Models", en *Journal of the Royal Statistical Society, A*, vol. 135.

- OMS – Organização Mundial da Saúde (2006), *Report of the Scientific Working Group meeting on Dengue*, Special Programme for Research & Training in Tropical Diseases (TDR). Genebra, Suíça.
- OMS – Organização Mundial da Saúde (2008), *Mudança climática e saúde humana: riscos e respostas*, Brasília: Organização Pan-Americana da Saúde.
- OMS – Organização Mundial da Saúde (2009), *Dengue guidelines for diagnosis, treatment, prevention and control*. Disponível em: <http://whqlibdoc.who.int/publications/2009/9789241547871_eng.pdf>, acesso em fevereiro 2014.
- Penna, M. L. F. (2003), “Um desafio para a saúde pública brasileira: o controle do dengue”. *Cad. Saúde Pública* [online], vol.19, n.1.
- Pignatti, M. G. (2004), “Saúde e ambiente: as doenças emergentes no Brasil”, em *Ambient. soc.* [online], vol.7, n.1.
- Pinto, L. W. et al. (2012), “Fatores associados com a mortalidade por suicídio de idosos nos municípios brasileiros no período de 2005-2007”, em *Ciênc. saúde coletiva*, Rio de Janeiro, vol. 17, n. 8.
- Resendes, A. P. C. et al. (2010), “Determinação de áreas prioritárias para ações de controle da dengue”, em *Rev Saúde Pública*, vol 44, n.2.
- Ridout, M.; Demétrio, C. G. B. y Hinde, J. (1998), “Models for count data with many zeros”, em *Proceedings from the International Biometric Conference*; Cape Town.
- Santos, E. F. Dos; Scopinho, R. A. (2011), “Fora do jogo? Jovens negros no mercado de trabalho”, em *Arquivos Brasileiros de Psicologia*, vol. 63.
- Santos, S. L.; Augusto, L. G. (2005), “Modelos de controle de dengue, pontos e contrapontos”, em Augusto, L. G. S.; Carneiro, R. M.; Martins, P. H. (Orgs.), *Abordagem ecossistêmica em saúde – ensaios para o controle do dengue*, Recife: Ed. Universitária da UFPE.
- Secretaria Municipal de Saúde de Caragatutuba (2013), *Plano de Contingência à Dengue*.
- Shepard, D. S. et al. (2011), “Economic impact of dengue illness in the Americas”, em *The American journal of tropical medicine and hygiene*, vol. 84, n. 2.
- Soares, F. A. M. (2011), “Vitimização por homicídios segundo características de raça no Brasil”, em *Revista de Saúde Pública*, vol 45, n.4.
- Tauil, P. L. (2001), “Urbanização e ecologia do dengue”, em *Cad. Saúde Pública*, vol. 17.
- Tauil, P. L. (2002), “Aspectos críticos do controle do dengue no Brasil”, em *Cad. Saúde Pública*, vol. 18, n. 3.
- Tauil, P. L. (2006), “Perspectivas de controle de doenças transmitidas por vetores no Brasil”, em *Rev Soc Bras Med Trop*, vol. 39, n. 3.
- Teixeira, G. T. (2012), “Few characteristics of dengue's fever epidemiology in Brazil”, em *Rev. Inst. Med. trop. S. Paulo* [online], vol.54, suppl.18.
- Teixeira, G. T. et al. (2013), “Epidemiological Trends of Dengue Disease in Brazil (2000–2010): A Systematic Literature Search and Analysis”, em *PLoS Negl Trop Dis*, vol. 7, n. 12.
- Yau, K. K. W.; Wang, K. y Lee, A. H. (2003), “Zero-Inflated Negative Binomial Mixed Regression Modeling of Over-Dispersed Count Data with Extra Zeros”, em *Biometrical Journal*, Wiley Online Library, vol. 45, n. 4.