



## DENGUE: FATORES DE BARREIRA NO TERRITÓRIO NACIONAL

Rafael de Castro Catão<sup>1</sup>  
Raul Borges Guimarães<sup>2</sup>

Dissertação defendida no PPGG-FCT/UNESP – Presidente Prudente

### RESUMO

Trinta anos após sua reemergência, o dengue se encontra presente em quase todo o território nacional. Pelas características climáticas e do processo de produção do espaço, principalmente o urbano, o Brasil tem uma grande extensão territorial que é propícia à transmissão dessa doença. Contudo, em algumas áreas essa doença não ocorre, ou ocorre de maneira discreta. Para compreender os motivos dessa ausência em determinadas áreas, recorreremos a referências que tratam de fatores determinantes e de fatores de barreira. Encontramos os parâmetros mínimos descritos na literatura para ocorrência de dengue e os mapeamos juntamente com os municípios que não apresentaram casos notificados, com base no SINAN entre 2001 e 2008. Identificamos três grandes conjuntos de fatores de barreira: demográfico e de fluidez territorial, de altitude e de temperatura. Esse estudo aponta também a necessidade mais pesquisas em relação aos fatores de barreira.

Palavras-chave: Dengue; Fatores de barreira; Território; Brasil.

### INTRODUÇÃO

O dengue é uma doença reemergente no Brasil que desde sua re-introdução, há trinta anos, vem aumentando a área de transmissão e o número de pessoas infectadas anualmente. De fato, a maioria dos estados brasileiros já registrou epidemias autóctones (com a exceção de Santa Catarina), e quase a totalidade dos municípios já notificaram casos (sejam eles autóctones ou importados). Entretanto, apesar da grande extensão da doença no país, ainda existem municípios que nunca registraram casos da doença, e muitas vezes, esses municípios se localizam em áreas com características (sociais e ambientais) semelhantes evidenciando algum fato geográfico que impede ou limita a expansão/consolidação da doença naquela área.

Para explicar esse fenômeno, encontramos na literatura específica sobre Geografia da Saúde, dentro do estudo da difusão de doenças infecciosas, algumas publicações sobre os fatores de barreira (HAGGETT, 1979; MEADE; FLORIN; GESLER, 1988). Esses fatores desaceleram e modulam o processo de difusão (ao contrário das redes que pela sua fluidez auxiliam na difusão) e podem muitas vezes dificultar ou impedir a propagação da doença em determinados lugares (MEADE; FLORIN; GESLER, 1988).

Tendo em vista o exposto acima, o objetivo desse trabalho é analisar os fatores de barreira específicos do dengue no território nacional, assinalando as áreas com

---

<sup>1</sup> Mestre em Geografia, FCT/UNESP - Presidente Prudente, rafadicastro@gmail.com

<sup>2</sup> Professor do Departamento de Geografia, FCT/UNESP – Presidente Prudente, raul@fct.unesp.br



alta intensidade de fatores de barreiras para a doença. Para tanto, iremos partir de referências bibliográficas que tratam do tema de fatores determinantes e de barreiras, mapear as áreas que apresentaram poucos casos da doença e relacioná-las cartograficamente aos fatores de barreira descritos na literatura.

Iremos utilizar na análise das áreas com poucos ou sem nenhum caso o banco de dados do SINAN/MS, agregados por município de residência, com o acumulado de casos entre 2001 e 2008. Esse período foi definido devido a disponibilidade de dados consolidados. Esses dados serão inseridos no ambiente SIG e relacionados cartograficamente com altitude, temperatura média, densidade demográfica e fluxo rodoviário, os principais fatores de barreira descritos na literatura para essa escala geográfica.

## FATORES DETERMINANTES DO DENGUE NA LITERATURA

A transmissão dos vírus do dengue ocorre a partir da inter-relação, de forma estável, de vírus, vetores, pessoas (infectadas e susceptíveis) e o espaço geográfico (TEIXEIRA; BARRETO; GUERRA, 1999). Contudo, existem muitos fatores, principalmente os de ordem espacial (sociais e ambientais), que contribuem para o aumento do risco de ocorrência dessa doença e atuam ativamente na distribuição desigual do dengue no território. Segundo a Organização Pan-Americana de Saúde (1997):

[O] risco é um conceito utilizado para medir a probabilidade de um evento futuro com conseqüências negativas como uma infecção pelo vírus do dengue ou um surto. A probabilidade depende da presença de uma ou mais características ou determinantes do evento. A dinâmica da transmissão dos vírus do dengue é determinada pela interação do ambiente, do agente, da população de hospedeiros, e de vetores, que existem juntos num habitat específico. A magnitude e a intensidade da interação irão definir a transmissão de dengue em uma comunidade, região ou país. (OPAS, 1997, p.19, tradução nossa, grifos nossos).

Ainda segundo a OPAS (1997, p.19, tradução nossa), os fatores determinantes podem ser divididos em macro e micro-determinantes; “entre os macro-determinantes estão as áreas geográficas onde o vetor se desenvolve e entra em contato com as populações de hospedeiros”. Nesse componente estão alguns fatores ambientais que possibilitam a existência dos vetores, como latitude (entre 35° norte e 35°sul), temperatura (entre 15° e 40°C), umidade relativa do ar (de moderada a alta) e altitude (até 2200 metros). Podemos utilizar “esses parâmetros



geográficos e climatológicos [...] para estratificar as áreas onde a transmissão prevista pode ser endêmica, epidêmica ou esporádica”(OPAS, 1997, p. 19).

Outra possibilidade é que esses fatores se ausentes em determinada área, podem servir de barreira a essa transmissão, limitando ou restringindo a vida do vetor, ou aumentando o tempo de incubação do vírus de maneira que não se complete todo ciclo, como no caso de situação de altitudes elevadas e temperaturas baixas.

Contudo, principalmente nos países tropicais, como o Brasil, esses fatores ambientais de risco estão presentes em quase toda a extensão de seus territórios, e sozinhos não explicam a distribuição desigual dessa doença.

Os outros macro-determinantes são aqueles relacionados à produção do espaço, e principalmente, do espaço urbano, e são denominados macro-determinantes sociais. Esses determinantes estão distribuídos de maneira mais heterogênea no espaço e podem nos auxiliar a compreender a distribuição desigual da doença.

Nesse componente estão relacionados tanto os fatores que possibilitam a densidade e distribuição do vetor, como disponibilidade de criadouros pelo não acesso ou falta de regularidade de serviços públicos (coleta de lixo, abastecimento de água); e aqueles da manutenção de situações endêmicas/epidêmicas como densidade de pessoas, período de inatividade dentro do domicílio e o padrão da habitação. Situações de baixa interação espacial também diminuem a probabilidade de circulação dos vírus, como em áreas com baixa fluidez de pessoas e fluxos.

O nível socioeconômico também entra na análise, mas com ressalvas de que “em qualquer comunidade igualmente a mais rica ou a mais pobre pode propagar um grande número de focos” (OPAS, 1997, p.19). O último fator, que são as crenças e conhecimentos da população a respeito da doença, é de grande importância para o combate à doença, pelos esforços comunitários de eliminação de criadouros, e influencia também no tratamento oportuno de casos mais graves, pela procura de atendimento médico.

Os micro-determinantes são aqueles relacionados ao agente etiológico (quatro sorotipos do vírus do dengue), aos vetores (principalmente o *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*) e aos hospedeiros (seres humanos imunes e não-imunes) (OPAS, 1997).

Todos os seres humanos são suscetíveis à infecção por um vírus do dengue. Todavia, existem algumas pessoas que possuem características que as possibilita de ter um contato maior com mosquitos (que podem estar infectados). Assim, OPAS



(1997) indica que desempregados, crianças e mulheres ficariam dentro das casas em períodos maiores de tempo e, por isso, estariam com maior risco de adquirir a doença. Entretanto, como o dengue é um processo de massa, e nem todos os criadouros são internos aos domicílios, e nem todas as mulheres e crianças passam toda a parte do dia dentro de seus domicílios, esse tipo de fator determinante quando observável em escalas mais amplas, não faz muito sentido.

Acreditamos que o micro-determinante relacionado ao hospedeiro mais relevante seria o status imunitário, ou seja, se aquela pessoa já entrou em contato com um ou mais sorotipos. Esse componente indicaria a suscetibilidade do indivíduo em relação aquele sorotipo, no nível de análise de uma população (imunidade de grupo), poderia se constituir em um fator de barreira, uma vez que a transmissão não se efetivaria por falta de pessoas não-imunes. A OPAS (1997) ainda acrescenta que esse componente influi na possibilidade e na quantidade de casos autóctones de uma determinada área.

Quanto aos micro-determinantes relacionados ao vetor, destaca-se a densidade de fêmeas adultas, componente que está diretamente relacionado com a base de sustentação de uma situação endêmico/epidêmica. Teixeira, Barreto e Guerra (1999, p.9) adicionam mais um ponto a esse micro-determinante específico ao afirmar que “a distribuição e freqüência das infecções pelos vírus do dengue estão intrinsecamente relacionadas com a plasticidade e ao poder de adaptação do *Ae. Aegypti* ao ambiente habitado pelo homem” e que a circulação viral, principalmente em espaços urbanos, é condicionada pela “densidade e dispersão” desse vetor (TEIXEIRA; BARRETO; GUERRA, 1999, p.9).

A esse fator outros estão associados, como: a competência vetorial, idade dos insetos, freqüência de alimentação e disponibilidade de alimento (OPAS, 1997).

O último componente é a “abundância e tipos de locais de ovoposição”, que seria um componente que envolve, e é condicionado, tanto pelos micro-determinantes específicos do vetor como outros micro-determinantes e ainda os macro-determinantes, como: “fatores climatológicos como precipitação, temperatura, e umidade, assim como abastecimento de água, coleta de lixo, e comportamento das populações humanas” (OPAS, 1997, p.20). Uma observação interessante nesse fator determinante é que a disponibilidade de criadouros de *Aedes aegypti* ocorre tanto em áreas com condições de infra-estrutura consideradas adequadas, ou seja, abastecimento de água e coleta de lixo presentes e em bom funcionamento, como



em áreas com inadequação dessas infra-estruturas (TEIXEIRA; BARRETO; GUERRA, 1999).

Todavia, devemos nos lembrar que muitos desses fatores determinantes são considerados estruturais, ou seja, aqueles que demoram um período maior de tempo para se modificar (ou não se modificam), como a população total, densidade demográfica ou altitude.

Os outros fatores determinantes, os fatores conjecturais, mudam mais rapidamente, modulam a sazonalidade e interferem na dinâmica da doença, devem ser estudados a parte, de acordo com cada ano ou mês, e em escalas geográficas com mais detalhe. Alguns fatores conjecturais são determinantes para epidemias ou situações endêmicas longas, como por exemplo, uma greve de funcionários do serviço entomológico, uma população altamente suscetível a determinado sorotipo, anos de *El Nino/La Nina*, fluxos de turistas em determinadas épocas do ano, entre muitos outros. Acreditamos que na escala geográfica local, e em períodos específicos, esses fatores devem ser analisados com uma ênfase maior, correlacionando-os com os fatores estruturais.

Desta forma, pela escala de análise (espaço-temporal) que estamos trabalhando, iremos somente analisar os fatores de barreira estruturais, ou seja, aqueles que demoram mais a se modificar.

#### ELABORAÇÃO DO MAPA DOS FATORES DE BARREIRA

Para analisar a presença dos fatores de barreira em território nacional decidimos em mapear os casos acumulados de dengue no país, entre 2001 e 2008, agregados por município. Decidimos trabalhar com o número absoluto, e não fazer nenhuma ponderação ou taxa média, com a finalidade de se retirar o efeito de tamanho das diferentes populações ou flutuações temporais, essa decisão foi tomada conscientemente para visualizar melhor as áreas que tiveram poucos, ou mesmo nenhum, registro de dengue.

Os dados estão disponíveis no DATASUS e fazem parte do Sistema de Informação de Agravos de Notificação do Ministério da Saúde. Foram selecionados os anos de 2001 a 2008 (de primeiros sintomas) por município de residência. Os dados foram adicionados a uma base cartográfica de sedes municipais, e posteriormente, inseridos e tratados no software de ArcGis 9.3.

Aplicamos um tratamento geoestatístico denominado interpolação por *Inverse Distance Weighted – IDW*. Esse procedimento nos permite criar superfície contínua,

onde os valores mudam gradualmente a partir da distância de um ponto e sua relação com os vizinhos mais próximos. Com a aplicação dessa técnica conseguimos visualizar as áreas onde a ocorrência da doença foi menos intensa. O resultado pode ser conferido na Figura 1.

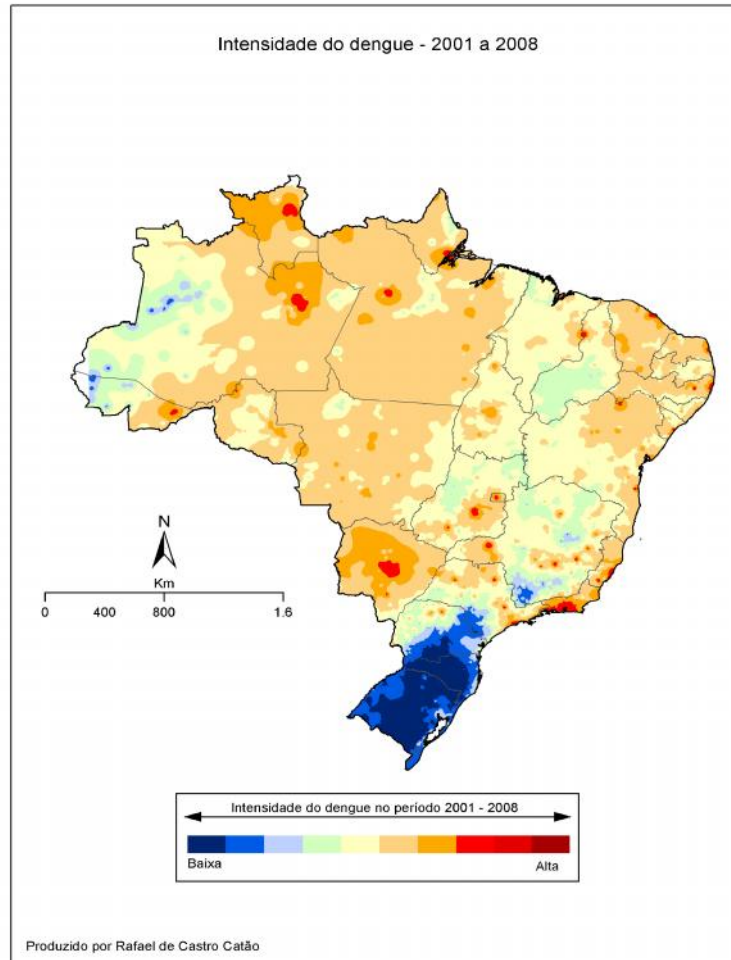


Figura 1 – Intensidade do dengue no período 2001-2008. Fonte: SINAN, 2009.  
Produzido por Rafael de Castro Catão

Com base na Figura 1 podemos identificar alguns padrões espaciais da doença, especialmente aqueles que demonstram baixa intensidade. Na Região Sul, há uma baixa notificação de casos juntamente com uma baixa intensidade de determinantes devido principalmente à temperatura média anual mais baixa. O Estado do Paraná se situa em uma zona de transição, e possui tanto áreas de baixa notificação como áreas de ocorrência mais intensa da doença, como as regiões oeste e norte. As regiões de maior intensidade nesse estado formam um arco entre Foz do Iguaçu e Maringá, que continua por território paulista até o litoral Sul de São Paulo.



Uma segunda área com características semelhante as da Região Sul, mas situada em latitudes mais baixas é a região de fronteira entre Minas Gerais, São Paulo e Rio de Janeiro. A serra da Mantiqueira forma uma barreira orográfica em que a altitude mais elevada e as temperaturas médias mais baixas formam uma área com baixa transmissão. Outras barreiras orográficas (altitudes) com menor extensão também podem ser vistas (Serra do Espinhaço e Canastra, MG, Chapada dos Veadeiros, Goiás)

A terceira área de baixa notificação de casos é a região ocidental dos Estados do Amazonas e Acre. Podemos visualizar um arco que se inicia na região de São Gabriel da Cachoeira e vai até a fronteira do Acre com o Peru. Essa região apresenta níveis mais elevados de precipitação, não possui ligação rodoviária com o restante do território e tem uma densidade demográfica mais baixa. Há indícios que o vetor recentemente colonizou algumas cidades dessa região, que se encontravam indenes até então.

Para analisar os municípios sem nenhuma notificação, elaboramos a Figura 2, na página seguinte. Esse mapa nos mostra os municípios sem notificação no período 2001 a 2008 em todo o Brasil, nos encartes menores há dois mapas, um relativo a temperaturas médias e altitudes acima de mil metros, cota onde o vetor é encontrado com menor intensidade (BRASIL, 2001). No segundo encarte podemos visualizar as densidades demográficas, com dados de população do Censo Demográfico 2000, juntamente com as principais rodovias no Brasil.

Cabe ressaltar que como os dados agregados oriundos do SINAN (entre 2001 e 2006) não permitiam a desagregação entre casos autóctones e importados, desta maneira esse mapa nos mostra tanto a sensibilidade do setor saúde em relação a esse agravo quanto os padrões regionais de ausência da doença. Muitos municípios que registram somente casos importados não aparecerão no mapa, contudo, esse é um indicativo da presença do vírus (via interação espacial) e da sensibilidade do sistema de saúde.

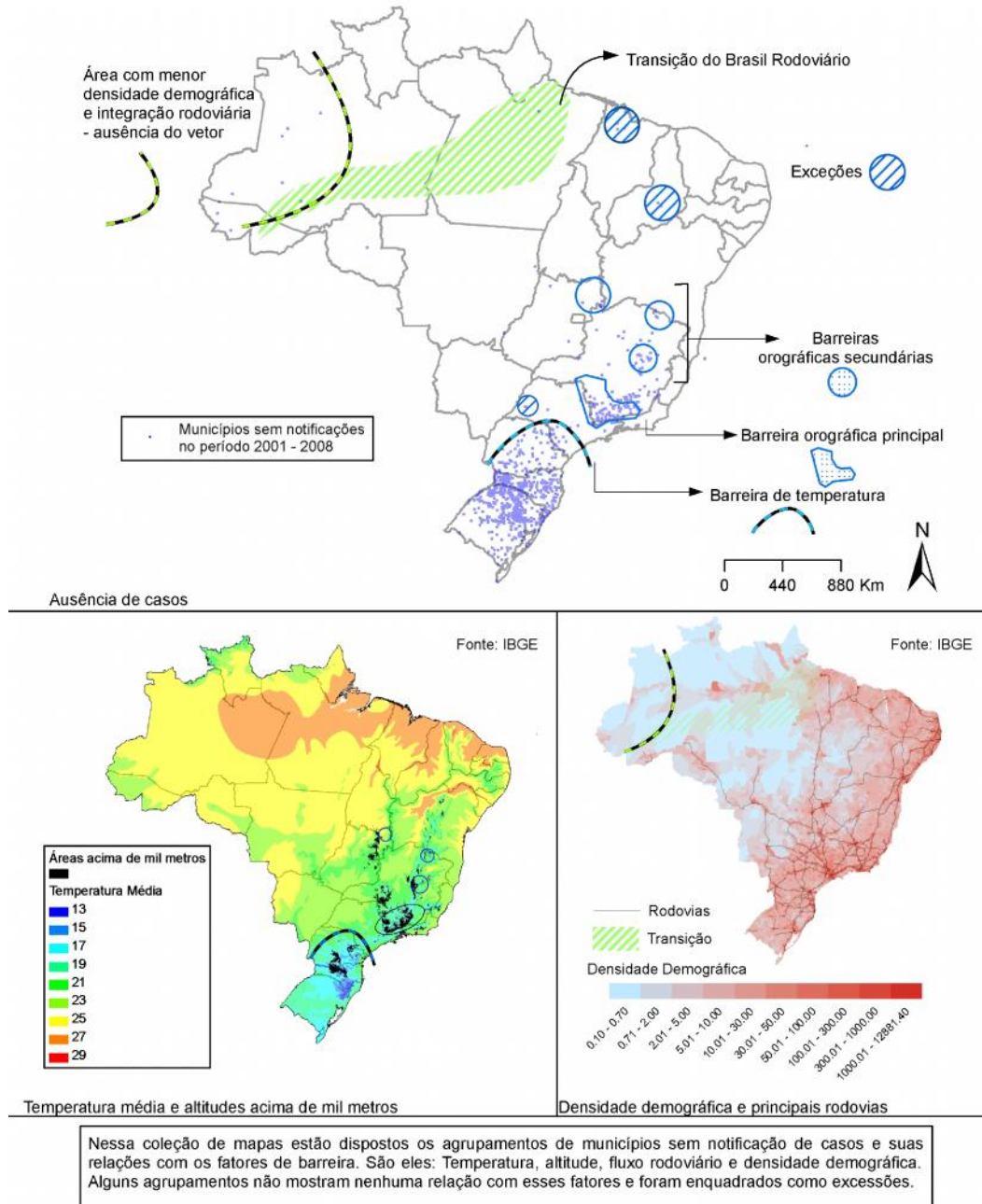
No mapa podemos visualizar áreas contínuas de municípios sem notificação, as mesmas áreas que o Mapa 1 evidencia. Essa informação nos permite concluir que na escala nacional os principais fatores estruturais de barreira são a baixa densidade demográfica associada a baixa fluidez do território (fluxo rodoviário), nesse componente podemos incluir também a baixa porcentagem de população urbana, uma vez que regiões mais urbanizadas tendem a ser mais densas e o





*Aedes aegypti* tende a habitar preponderantemente espaços urbanos; a temperatura média mais baixa e altitudes mais elevadas.

### Municípios sem notificação - 2001 - 2008



Produzido por: Rafael de Castro Catão

Figura 2 – Municípios sem notificação Fonte: SINAN, 2009; IBGE, 2000; Ministério dos Transportes, 2006. Produzido por Rafael de Castro Catão

Este mapa também nos permite identificar alguns clusters de municípios em áreas com nenhum fator de barreira aparente, como no oeste paulista, região central





do Piauí e baixada maranhense, apontando para mais estudos nessas áreas específicas. No mapa elas foram assinaladas como exceções.

Na escala nacional alguns indicadores, que constam na lista de fatores determinantes, que poderiam explicar a ausência de transmissão, não apresentam correlações positivas, como a presença de infra-estruturas tais como abastecimento de água e coleta de lixo conforme o estudo de Lowe e colaboradores (2011).

O modo de agregação de dados municipais e a utilização de dados secundários para esses indicadores podem muitas vezes homogeneizar certos aspectos. Como casos de dengue concentrados em áreas sem infra-estrutura em municípios com boa cobertura.

Outro ponto a ser debatido é a utilização de dados secundários de casos de dengue. O dengue é uma doença com um grande número de casos sub-notificados, devido a sua semelhança com outras viroses e a alta porcentagem de casos assintomáticos ou oligossintomáticos. Temos somente uma pequena amostra (não-aleatória) do real número de casos. Existem técnicas primárias de levantamento de dados, como inquéritos soropidemiológicos, mas esses são dispendiosos e viáveis apenas na escala local.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A incorporação dos fatores de barreira na análise em escala nacional do dengue pode nos auxiliar a compreender melhor essa doença, bem como prever algumas tendências em relação ao futuro. Contudo, esse tema ainda precisa ser refinado e melhor trabalhado, principalmente em relação a articulação de escalas geográficas. Existem alguns fatores, principalmente os conjecturais, que precisam de um detalhamento maior e de uma análise refinada.

Outro ponto a ser refinado é em relação as tipologias das barreiras. Meade, Florin e Gesler (1988) apontam que existem três principais tipos de barreira, são eles: as barreiras absorventes, refletivas e as permeáveis. A primeira impede e cessa a transmissão naquela área, como, por exemplo, uma imunidade de grupo alta ou fatores ambientais desfavoráveis (temperatura, altitude). A barreira refletiva impede que a transmissão continue, mas ao bloquear essa transmissão, ela é canalizada para outra área. Por último, a barreira permeável possibilita a transmissão, mas retarda o processo, como a alta taxa de participação comunitária e a fiscalização de serviços entomológicos.



## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde, Ministério da Saúde. **Dengue: instruções para pessoal de combate ao vetor: manual de normas técnicas**. 3 ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2001.

FLAUZINO, Regina Fernandes SOUZA-SANTOS, Reinaldo; OLIVEIRA, Rosely Magalhães. Dengue, geoprocessamento e indicadores socioeconômicos e ambientais: um estudo de revisão. **Rev Panam Salud Publica**, v.25, n.5, p.456–61, 2009

HAGGETT, Peter. **Geography: a modern synthesis**. 3ed. New York: Haper and Row, 1979

LOWE, Rachel; et al. Spatial-temporal modeling of climate-sensitive disease risk: toward an early warning system for dengue in Brazil. **Computers and Geoscience**, v. 37, n. 3, p. 371-381, mar, 2011.

MEADE, Melinda; FLORIN, John; GESLER, Wilbert. **Medical Geography**. New York: Guilford Publications, 1988.

OPAS. Organização Pan-Americana de Saúde. **Dengue and Dengue Haemorrhagic Fever in the Americas: guidelines for prevention and control**. Washington: Organização Pan-Americana de Saúde. 1997.

SINAN. **Sistema de Informação de Agravos de Notificação** [Tabulador de dados do Ministério da Saúde]. Disponível em: [www.datasus.gov.br](http://www.datasus.gov.br). Acesso em: 20 07 2009.

TAUIL, Pedro, Luiz. Urbanização e ecologia do dengue. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, vol.17, suplemento I, p.99-102, 2001.

TEIXEIRA, Maria da Glória Lima Cruz; BARRETO, Maurício Lima; GUERRA, Zouraide. Epidemiologia e medidas de Prevenção do Dengue. **Informe Epidemiológico do Sistema Único de Saúde**, Brasília, v. 8, n. 4, p. 5-33, out-dez, 1999.