



REVIEW ARTICLE

OPEN ACCESS

DENGUE NA CIDADE DE BELÉM DO PARÁ: UMA ANÁLISE EPIDEMIOLÓGICA E CLIMATOLÓGICA

*¹Marcelo Williams Oliveira de Souza, ²Fabio Conceição dos Santos, ³Hardiney dos Santos Martins, ⁴Andressa Tavares Parente and ⁵Antônio Carlos Lola da Costa

¹Escola de Enfermagem Magalhães Barata, Universidade do Estado do Pará (UEPA), Belém (PA), Brasil

²Centro Universitário do Estado do Pará (CESUPA), Belém (PA), Brasil

³Instituto Federal do Pará (IFPA), Belém (PA), Brasil

⁴Faculdade de Enfermagem, Universidade Federal do Pará (UFPA), Belém (PA), Brasil

⁵Faculdade de Meteorologia, Universidade Federal do Pará (UFPA), Belém (PA), Brasil

ARTICLE INFO

Article History:

Received 20th February, 2019

Received in revised form

21st March, 2019

Accepted 03rd April, 2019

Published online 29th May, 2019

Key Words:

Dengue. Clima. Epidemiologia.

ABSTRACT

Introdução: A Dengue é uma doença infecciosa que afeta países onde as condições de precipitação, temperatura do ar e a presença inadequada de criadouros de água favorecem o desenvolvimento e a proliferação do mosquito. **Objetivo:** Correlacionar os casos de Dengue na Cidade de Belém com os dados de Precipitação e Temperatura do Ar. **Método:** Estudo descritivo, retrospectivo, ecológico, de correlação. O período foi de doze anos, onde analisou-se a série de casos de dengue e as variáveis climáticas (temperatura do ar e precipitação) no município de Belém-PA. Utilizou-se análise de regressão para investigar a relação existente entre variáveis e o Matlab para o cálculo de momentos estatísticos. **Resultados:** Refletem as características climáticas abordando o quanto da influência que cada variável climática exerce no aumento ou diminuição dos casos de Dengue. Analisando o comportamento das variáveis e sua evolução foi possível verificar que há relação com ocorrências de dengue. Quando analisamos a regressão entre os valores mensais de toda a série de dados, encontramos uma fraca relação. Entretanto, quando analisamos os valores médios mensais do período (média dos 12 anos), encontramos uma relação muito boa. **Conclusão:** Na análise do aumento dos casos de dengue as variáveis temperatura do ar e a precipitação apresentam influências significantes no processo.

Copyright © 2019, Marcelo Williams Oliveira de Souza et al. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Citation: Marcelo Williams Oliveira de Souza, Fabio Conceição dos Santos, Hardiney dos Santos Martins et al. 2019. "Dengue na cidade de Belém do Pará: uma análise epidemiológica e climatológica", *International Journal of Development Research*, 09, (04), 27632-27636.

INTRODUCTION

A Dengue é uma doença infecciosa causada por um vírus que afeta o homem e constitui um sério problema de saúde pública no mundo, especialmente nos países tropicais e subtropicais, onde as condições de precipitação, temperatura, cobertura superficial e a presença inadequada de criadouros e água favorecem o desenvolvimento e a proliferação do *Aedes aegypti*. *Aedes albopictus*, que são os principais vetores da doença¹. Além da própria mutação do vírus, fatores ambientais e sociais também estão associados à expansão dos vetores de doenças, sejam elas as alterações climáticas e modificações nas paisagens e nos ecossistemas entre outras². As influências climáticas estão longe de serem totalmente conhecidas, devido à complexidade em relacionar o homem e as variações do ambiente.

*Corresponding author: Marcelo Williams Oliveira de Souza, Escola de Enfermagem Magalhães Barata, Universidade do Estado do Pará (UEPA), Belém (PA), Brasil

Portanto, é de grande importância estudar o relacionamento entre saúde e clima, pois esta é uma área preocupante quando se leva em consideração a ocorrência das mudanças climáticas³. Este fato é, potencialmente, a maior ameaça à saúde mundial no século⁴. De acordo com alguns estudos epidemiológicos, as variáveis climáticas temperatura, umidade relativa do ar e precipitação são as variáveis que mais influenciaram cada etapa do ciclo de vida dos mosquitos^{5,6,7,8,9,10}. A temperatura, por exemplo, afeta a taxa de maturação e replicação do patógeno nos mosquitos, na densidade do vetor em uma área particular e aumenta a probabilidade de infecção⁴. Esta variável impõe limites à distribuição de dengue no mundo, uma vez que o *Aedes aegypti* raramente sobrevive fora da região compreendida entre 45°N e 35°S, onde as mais altas temperaturas são registradas⁸. O vetor tem uma gama de condições ideais, tanto para temperatura e precipitação que influenciam cada fase do seu ciclo de vida (ovos, pupas, larva e adulto). Estudos afirmam que a variação de umidade relativa

influência a longevidade do vetor, que pode levar a fêmea infectada *Aedes aegypti* para completar mais de um ciclo de replicação do vírus^{11, 12}. A variabilidade climática do Brasil se deve à dimensão do território, extensão da faixa litorânea, variação de altitude e, principalmente, à presença de diferentes massas de ar que modificam as condições de temperatura e umidade das cinco regiões. Por esta razão, são verificados no país desde climas super-úmidos quentes, provenientes das massas de ar equatoriais, como é o caso de grande parte da região Amazônica, até climas semiáridos, próprios do sertão nordestino¹³.

Este objetivo: Correlacionar os casos de Dengue na Cidade de Belém com os dados de Precipitação e Temperatura do Ar.

MÉTODOS

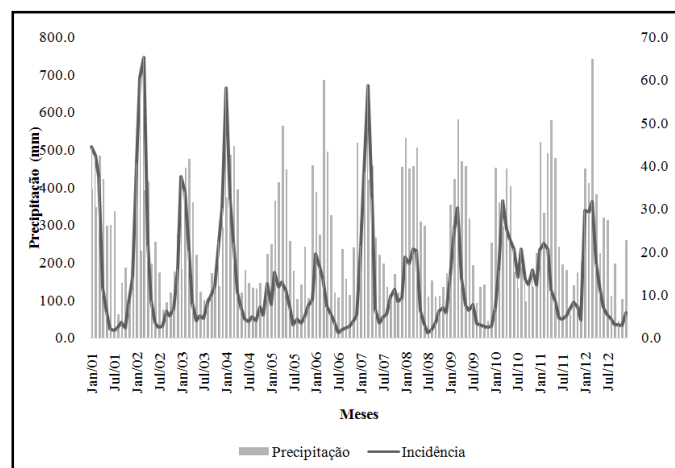
Foram coletados dados meteorológicos mensais referentes à cidade de Belém, no Estado do Pará, que foi escolhida para analisar as suas influências sobre a incidência de dengue, na escala mensal, anual e sazonal. Esse trabalho trata-se de um estudo descritivo, retrospectivo, ecológico, de correlação. O período proposto para o estudo foi de doze anos, onde analisou-se a série de ocorrência dos casos de Dengue em relação as variáveis climáticas (temperatura do ar e precipitação) no município de Belém, Estado do Pará. Os dados utilizados foram os totais mensais de casos observados do dengue na cidade de Belém obtidos através na Secretaria de Estado da Saúde do Pará (SESPA) e no Sistema de Informação de Agravos de Notificação online (SINAN Online). Os dados meteorológicos utilizados foram temperatura do ar e precipitação, fornecidos pelo 2º Distrito de Meteorologia, órgão vinculado ao Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, responsável pela gestão de dados meteorológicos. Utilizou-se o Microsoft Excel 2010 para gerar os gráficos e tabelas, mostrando o comportamento do número de casos de dengue em relação a cada variável climática. Os dados foram organizados por anos, meses e estações, com a intenção de se realizar estudos de correlações entre as variáveis climáticas com o número de casos do dengue. Utilizou-se a análise de regressão que é uma técnica estatística utilizada para investigar a relação existente entre variáveis através da construção de uma equação (um modelo). Para análise estatística foi utilizado o MATLAB 2017 que é um software matemático interativo de alta performance. Neste estudo foram realizadas análises de momentos estatísticos como média, variância, desvio padrão, skewness, curtose, além de coeficientes de correlação.

RESULTADOS

Foram utilizados os dados mensais de ocorrência de dengue e precipitação na área urbana da cidade de Belém, no período de janeiro de 2001 a dezembro de 2012.

Variabilidade mensal: No Gráfico 01 são apresentados séries de ocorrências mensais de dengue e precipitação na área urbana da cidade de Belém. As precipitações na cidade de Belém apresentaram uma sazonalidade bem definida neste período estudado, sendo os maiores totais precipitados entre os meses de dezembro a junho (79,5% do total anual), enquanto que nos demais meses, estes totais foram relativamente menores. Observou-se que as séries não apresentam tendência, mas há indícios da presença de sazonalidade. Períodos em que o aumento no número de casos de dengue (81,1% do total

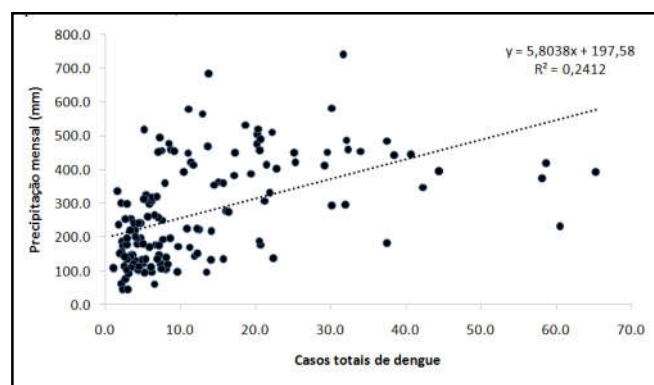
anual) acompanha o aumento na quantidade de precipitações (79,5% do total anual), demonstrando a relação entre o número de casos de dengue notificados e a precipitação nos anos de 2001 a 2012, evidenciando uma relação quando se inicia o período chuvoso (dezembro a junho) para cada ano considerado na pesquisa. Observou-se que o mês de março de 2007 foi o de maior evidência, pois o mesmo mostra que o pico máximo de ocorrência de dengue foi de 852 casos notificados, já com relação à precipitação a maior quantidade foi observada em março de 2012, mês este inserido no período chuvoso.



Fonte: Dados da Pesquisa, 2018.

Gráfico 1. Distribuição mensal da precipitação e taxa de incidência Dengue, na cidade Belém, Estado do Pará, no período de 2001 a 2012

Ao analisar o gráfico 01 percebemos que os anos de 2002, 2004 e 2007 foram os anos com o maior número de casos de dengue. Ao se analisar a regressão linear entre a precipitação e o número do caso de dengue na cidade de Belém, conforme Figura 01, observou-se que na escala mensal, durante todo o período estudado, não se caracterizou uma relação bem definida ($R^2 = 0,2412$), embora exista uma tendência positiva direta entre estas variáveis estudadas, ou seja, maior incidência de dengue justamente durante o período mais chuvoso da cidade de Belém.



Fonte: Dados da Pesquisa, 2018.

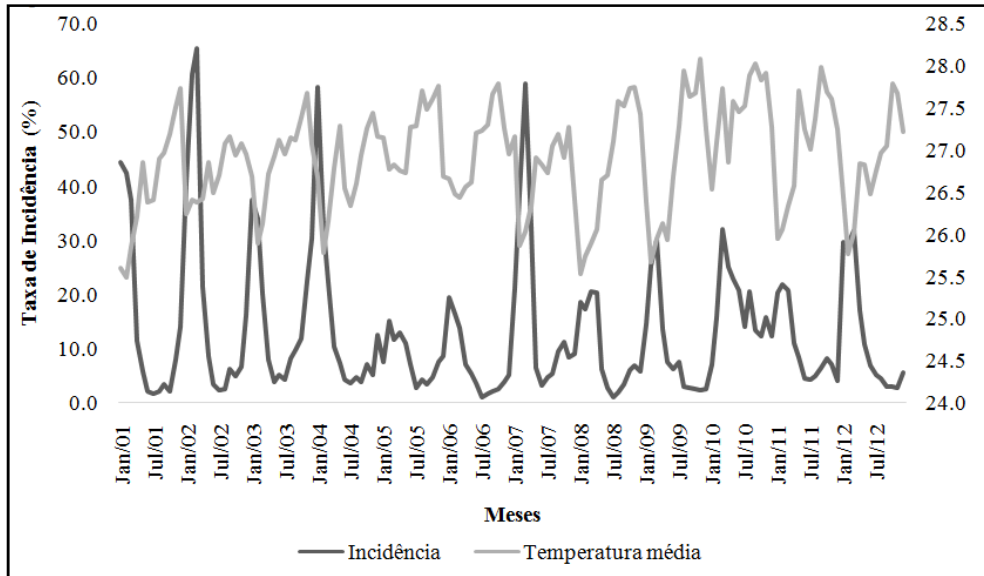
Figura 1. Regressão linear simples entre precipitação mensal total e casos totais mensais de dengue durante o período de 2001 a 2012, na cidade de Belém – PA

As principais características estatísticas básicas são apresentadas na Tabela 01, que mostra o número de ocorrência, a taxa de incidência, precipitação e temperaturas máximas, médias e mínimas do ar no período de 2001 a 2012.

Tabela 1. Número de ocorrência, a taxa de incidência, precipitação e temperaturas máximas, médias e mínimas do ar na cidade de Belém – pa, no período de 2001 a 2012

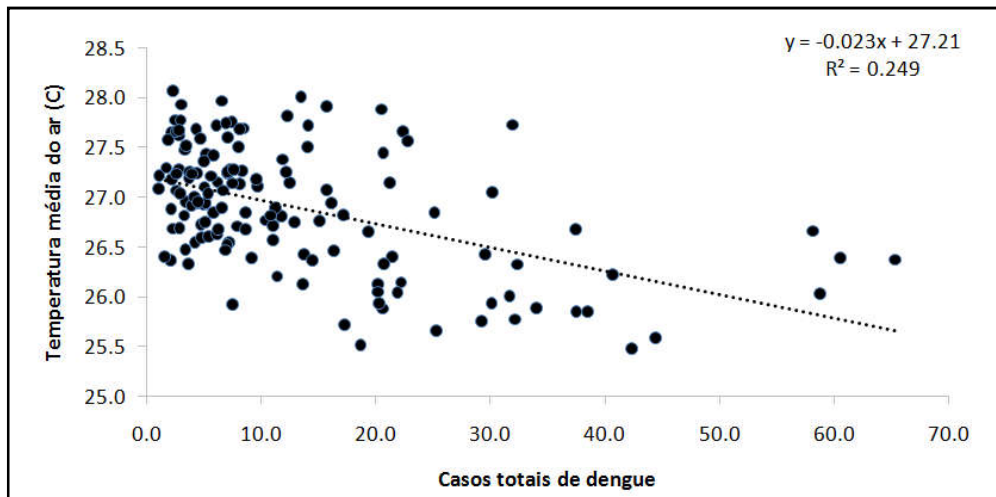
Variável	Média	Variância	Desvio Padrão	Skewness	Curtose
Número de Casos de Dengue	179,62	3,0363.10 ⁴	174,24	1,82	6,45
Taxa de Incidência de Dengue	13,06	164,28	12,81	1,88	6,70
Precipitação	273,41	2,2942.10 ⁴	151,46	0,58	2,46
Temperatura Máxima	32,31	1,06	1,02	-0,61	2,66
Temperatura Compensada	26,90	0,37	0,60	-0,26	2,36
Temperatura Mínima	23,06	0,19	0,44	0,31	3,33

Fonte: SESPA, SINAN e INMET, 2018.



Fonte: Dados da Pesquisa, 2018

Gráfico 2. Distribuição mensal da temperatura do ar e taxa de incidência Dengue, na cidade Belém - Pará, no período de 2001 a 2012



Fonte: Dados da pesquisa, 2018.

Figura 2. Regressão linear simples entre temperatura média mensal do ar e casos totais mensais de dengue, na cidade de Belém – PA, no período de 2001 a 2012

De todas as variáveis meteorológicas correlacionadas com a ocorrência de Dengue, a precipitação foi a variável que apresentou a maior relação de correlação (relação positiva e moderada), com o começo da estação chuvosa em Belém, sendo a época propícia para a criação do mosquito *Aedes aegypti*, que se multiplica, e a população deve se mobilizar para eliminar estes focos. No Gráfico 02 são apresentadas séries de ocorrências mensais de dengue e temperatura do ar na área urbana da cidade de Belém. As temperaturas do ar na cidade de Belém, ao contrário das precipitações, não apresentaram uma sazonalidade bem definida neste período estudado, apresentando um valor médio de 27,0 °C, com

amplitude média anual menor que 2,0 °C, sendo os maiores valores observados justamente durante o período menos chuvoso, que se estende de julho a novembro. Observou-se que as séries não apresentaram uma tendência bem definida entre elas, embora em alguns casos estas tendências de aumento possam ser observadas. Períodos em que o aumento no número de casos de dengue (81,1% do total anual) acompanha a diminuição da temperatura média mensal (26,2°C), demonstrando uma relação inversa entre o número de casos de dengue notificados e a precipitação nos anos de 2001 a 2012. Ao se analisar a regressão linear entre a temperatura do ar e o número do caso de dengue na cidade de

Belém, conforme Figura 2, observou-se que na escala mensal, durante todo o período estudado, não se caracterizou uma relação bem definida ($R^2 = 0.2496$), embora exista uma tendência inversa entre estas variáveis estudadas, ou seja, maior incidência de dengue justamente durante o período em que as temperaturas médias mensais são menores na cidade de Belém. A análise da distribuição dos casos mostrou que a maioria dos casos foi concentrada no primeiro semestre do ano, evidenciando a conhecida sazonalidade da dengue. As temperaturas médias anuais no período foram de 26,9 °C para a temperatura média mensal, de 22,0 °C para a temperatura mínima mensal e de 34,6 °C para a temperatura máxima mensal. A precipitação mensal acumulada no período variou de 0,4 a 742,5mm, sendo a média de 281,3.

DISCUSSÃO

Os resultados deste trabalho refletem as características climáticas dos locais de estudo abordando o quanto da influência que cada variável climática (temperatura do ar e precipitação) exerce no aumento ou diminuição dos casos de dengue. Analisando o comportamento das variáveis e sua evolução foi possível notar que há uma relação das variáveis com a variação das ocorrências dos casos de dengue. Quando analisamos a regressão entre os valores mensais de toda a série de dados, encontramos uma fraca relação entre as variáveis. Entretanto, quando analisamos os valores médios mensais do período (média dos 12 anos), encontramos uma relação muito boa entre as variáveis, isto porque, as médias reduzem as grandes flutuações que acontecem em cada mês durante o período. Importante salientar, que tanto na escala mensal, como na escala média mensal, a precipitação apresenta uma relação direta com os casos de dengue, ou seja, maiores incidências ocorrem no período mais chuvoso. Em relação a temperatura do ar, este comportamento é inverso, justamente porque as menores temperaturas acontecem durante o período chuvoso. Os vetores *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* têm levado muitos pesquisadores a se dedicarem a examinar a ecologia destes mosquitos e desvendar seus comportamentos e hábitos na natureza e no espaço habitado, pois possuem grande capacidade de adaptação nas áreas urbanas¹¹. No contexto epidêmico da dengue ocorrido em 2002 e 2007 pode-se identificar que a alta disseminação do vetor esteve relacionada com período de chuvas, época em que as condições ambientais são propícias para o desenvolvimento e proliferação do mosquito vetor e aos condicionantes socioambientais. O clima é um dos elementos relevantes no estudo dos condicionantes socioambientais responsáveis pelas epidemias de dengue.

Vale salientar que tais modificações climáticas ampliam a capacidade do vetor da dengue propiciando condições ideais de proliferação e disseminação da doença. Os casos da dengue apresentaram um comportamento sazonal, sendo os maiores picos de registros nos meses de janeiro, fevereiro e março (período mais chuvoso) e os menores registrados nos meses de setembro, outubro e novembro (período menos chuvoso). Sendo que a infestação dos mosquitos sempre começa quando as temperaturas aumentam e o período chuvoso começa. Ainda, no auge da estação chuvosa o meio se torna desfavorável à proliferação de mosquitos pelo grande escoamento superficial que carrega as larvas dos insetos para fora dos criadouros, inviabilizando-as¹⁴. Assim, a influência das variáveis no aumento dos casos de dengue ocorrerá em período de transição. Todas as combinações geradas pelo modelo múltiplo apresentaram maiores significâncias no

período de janeiro, fevereiro e março, período mais chuvoso. Corroborando com a pesquisa, as chuvas não só aumentam consideravelmente a quantidade de criadouros disponíveis para o desenvolvimento das formas imaturas do vetor, como também gerou condições ambientais mais apropriadas para o desenvolvimento de adultos¹⁵. Quando feita a análise da abundância de *Aedes aegypti* em relação a dados climáticos, mostrou que o volume e o número de dias com chuva podem constituir preditores úteis de sua abundância¹⁶.

Conclusão

Os resultados refletem as características climáticas da cidade de Belém, local de estudo. Na análise do aumento dos casos de dengue, as variáveis temperatura do ar e a precipitação apresentam influências significantes no processo. A precipitação é importante, pois atua na eclosão dos ovos do vetor, mas o seu excesso é visto como prejudicial ao mesmo, pois na região a chuva é muito mais intensa. As variáveis temperatura do ar e precipitação apresentaram maiores valores de acréscimo e risco relativo para a cidade de Belém. A explicação para isso está na geografia e na climatologia do local, que está localizada em área tropical, o que contribuiu muito na alta incidência são os fatores ambientais tais como: saneamento básico, o acúmulo de água em containers, nos vasos das plantas e os jardins maltratados e outros fatores antrópicos. A falta de consciência ambiental no combate a estes problemas de saúde pública ainda é um desafio a ser encarado todas as vezes que começar o período mais chuvoso e menos chuvoso. Contudo, este trabalho representou um passo importante na compreensão das influências que estas variáveis climáticas exercem no aumento dos casos de dengue.

REFERÊNCIAS

- Andrade IS, Dantas RT. Estudo da influência de elementos meteorológico nos casos de cólera, dengue e meningite na cidade de Campina Grande. Anais do 12º Congresso Brasileiro de Meteorologia: Set. 2004; Fortaleza (CE).
- Câmara FP, Gomes AF, Santos GT, Câmara DCP. Clima e Epidemias de Dengue no Estado do Rio de Janeiro. Ver da *Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*. 42 (2): 137-140, 2009.
- Confalonieri UEC. Variabilidade climática, vulnerabilidade social e saúde no Brasil. Terra Livre. São Paulo, ano 19, vol. I nº. 20, p. 193-204, jan/jun. 2003.
- Costello A, Abbas M, Allen A, Ball S, Bellamy R, Friel S. et al Managing the health effects of climate change. *Lancet*. 373:1693-1733, 2009.
- Donalísio MR, Glasser, CM. Vigilância Entomológica e Controle de Vetores do Dengue. *Revista Brasileira, epidemiologia*. Vol.5, nº 3, 2002.
- Glasser CM. Estudo da infecção do Estado de São Paulo por *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*. São Paulo, SP, [dissertação de mestrado], São Paulo: Faculdade de Saúde Pública da USP. 1997.
- Gonçalves Neto VS, Rebêlo JMM. Epidemiological characteristics of dengue in the Municipality of São Luís, Maranhão, Brazil, 1997-2002. *Cad Saúde Pública*2004; 20(5): 1424-31.
- Halstead SB. Dengue virus-mosquito interactions. *Annual Review of Entomology* 53:273-291, 2008.
- Jetfen TH, Focks DA. Potential changes in the distribution of dengue transmission under climate warming. The

- American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 57(3):285, 1997.
- Johansson MA, Dominici F, Glass EG. Local and global effects of climate on dengue transmission in Puerto Rico. *PLOS Neglected Tropical Diseases*. 3 (2): e 382, 2009.
- Mendonça FA, Danni-Oliveira IM. *Climatologia - Noções básicas e climas do Brasil*. São Paulo: Oficina de textos; 2007.
- Mendonça FA, Souza AZ, Dutra DA. Saúde Pública, Urbanização e Dengue no Brasil. *Sociedade & Natureza, Uberlândia*, 21 (3): 257-269, dez. 2009.
- Moore CG. Predicting *Aedes aegypti* abundance from climatological data. In: Lounibos LP, Rey JR, Frank JH, editors. *Ecology of mosquitoes*. Vero Beach (FL): Florida Medical Entomology Laboratory; 1985. p. 223-33.
- Pinto E, Coelho-Zanotti MSS, Oliver L, Massad E. The influence of climate variables on dengue in Singapore. *International Journal of Environmental Health Research*, 2011.
- Silva IA, Mendes PC, Oliveira JC, Lima SC. 2010. Distribuição das chuvas e ocorrência de casos confirmados de dengue em Uberlândia/MG. 2010. In: *Anais do 9º Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica*. Fortaleza-CE: AB/clima, p. 1-12
- Smith AW, Gubler DJ. Geographic expansion of Dengue: the impact of international travel. *Medical Clinics Of North America*, 2008.
