



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DO MAR - LABOMAR
CURSO DE CIÊNCIAS AMBIENTAIS

BICM

WESLEY LEITÃO DE SOUSA

**INFLUÊNCIA DAS VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS NOS CASOS NOTIFICADOS
DA DENGUE NA CIDADE DE FORTALEZA ENTRE OS ANOS DE 2007 – 2013**

FORTALEZA

2014

WESLEY LEITÃO DE SOUSA

**INFLUÊNCIA DAS VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS NOS CASOS NOTIFICADOS
DA DENGUE NA CIDADE DE FORTALEZA ENTRE OS ANOS DE 2007 – 2013**

Monografia apresentada ao Curso de graduação em Ciências Ambientais do Instituto de Ciências do Mar da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Ciências Ambientais.

Orientadora: Profa. Dra. Kamila Vieira de Mendonça.

FORTALEZA

2014

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Rui Simões de Menezes

S697i Sousa, Wesley Leitão de.

Influência das variáveis meteorológicas nos casos notificados da dengue na cidade de Fortaleza entre os anos 2007 - 2013. / Wesley Leitão de Sousa – 2014.
44 f. : il. color., enc. ; 30 cm.

Monografia (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Instituto de Ciências do Mar, Curso de Ciências Ambientais, Fortaleza, 2014.

Orientação: Profa. Dra. Kamila Vieira de Mendonça.

1. Aedes aegypti. 2. Dengue - Incidência. 3. Clima. I. Título.

CDD 616.91852

Ac. 142867
Reg. 14124932

WESLEY LEITÃO DE SOUSA

**INFLUÊNCIA DAS VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS NOS CASOS NOTIFICADOS
DA DENGUE NA CIDADE DE FORTALEZA ENTRE OS ANOS DE 2007 – 2013**

Monografia apresentada ao Curso de graduação em Ciências Ambientais do Instituto de Ciências do Mar da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Ciências Ambientais.

Aprovada em: ___/___/_____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dra. Kamila Vieira de Mendonça
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Antônio Geraldo Ferreira
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Guilherme Diniz Irffi
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A JORNADA

Eng. Merli

de Ciência

de esta geração

tantos anos

por que não

em devido

caras de ...

resultados

professor

que não

se não

é um

professor

Dedico este trabalho a minha mãe (Marisa) e avô (Edilson).

Aos meus amigos e amigas que me acompanharam ao longo dos últimos anos.

AGRADECIMENTO

E A JORNADA CHEGA AO FIM! Sim, desde 2006 quando iniciei meu primeiro curso na UFC (Eng. Metalúrgica) estou em busca de uma conclusão, que foi determinada ao entrar no curso de Ciências Ambientais. Até então, foram muitas perguntas do tipo: “e ai vai terminar mesmo? está gostando do curso?”. Se você está lendo este agradecimento já sabe a resposta.

São tantos nomes, turmas, amigo(a)s e colegas para recordar que se deixo alguém de fora não foi por que quis e sim por que o prazo está acabando e não tive tempo suficiente para escrever com devido cuidado os agradecimentos a todos.

Gostaria de agradecer primeiramente a minha mãe Marisa Ferreira e Edilson Leitão (avó) pela paciência e suporte necessários para que pudesse concluir meu curso.

As professoras Danielle Sequeira e Kamila Vieira, agradeço muito pela oportunidade que tive com ambas. A Prof.^a Danielle foi importantíssima em minha carreira, tive a oportunidade única de aprender diversas coisas sobre o meio acadêmico e espero trabalharmos juntos novamente. Com a Prof.^a Kamila Vieira tive as orientações para a monografia e trabalhamos juntos durante dois anos e meio, o que tornou nosso trabalho mais agradável e em sintonia.

Por conta do PID (Projeto de Iniciação a Docência) coloquei em prática conhecimentos que aprendi ao longo de minha carreira acadêmica. Trabalhando com as cinco turmas de Ciências Ambientais fiz grandes amizades com os estudantes do curso.

Ao meu amigo Willame (sim, você merece um parágrafo!) companheiro de pesca e de fins de semana no Labomar (a graduação não foi fácil!). Em dívida eterna comigo, ainda estou pensando em um meio de “pagamento”.

Agradecimentos especiais aos colegas de classe, pois durante quatro anos de formação acadêmica estivemos juntos. Lembranças para: Luana, Dafne, Mauro, Juliana, Daniel, Júnior, Carol, Simone, Rosy, Vanessa, Silvânio, Amanda, Michel, Carlos, Cristiane, Ingra, Illana, Lívia, Yuri, Hesse, Joana, Melissa, Larisse (a) e mais alguns. Aos estudantes de oceanografia que tive a oportunidade de conhecer.

Ao casal Enilson e Daiane que me acompanharam ao longo de minha vida acadêmica através dos jantares, filmes, jogos, músicas e conversas semanais. Agradeço a dona Fátima pelos cafés concedidos.

Ao Sr. Marcondes e sua esposa, pessoas especiais que me acolheram logo após minha saída de casa. Foram quatro meses que criaram um vínculo especial em nossas vidas.

Aos irmãos Milton e Marisa, que apesar da distância serão sempre lembrados por mim. Espero vê-los o mais breve possível.

Deixo lembranças também para os amigos e amigas de Paracuru, onde sempre passávamos por aventuras difíceis em busca de uma boa pescaria e diversão nas festas.

Agradeço pelo momento de acolhimento e por todos os natais e anos novos que passei ao lado da família Vieira (Lucas). A distância só serviu para alimentar os laços familiares. Um grande abraço para Lucas, Nayla, Beth, Allana, Iran, Marcos,...

A turma de francês - IMPARH na qual estudamos ao longo de intermináveis três anos e meio. Em especial as professoras Leda, Patrícia e Ariana. Adorei ter conhecido a cultura francófona e por me fazerem um aluno disciplinado e aplicado. Aos companheiros que foram feitos ao longo do curso: Adriana (saudades), Rafael, Saulo, Fernângela, Viviane, Marcelo, Flávio e Jéssica (em especial para estes dois pelas conversas e cafés).

A turma de espanhol (UECE), pela criação de laços e vínculos que foram se estreitando cada vez mais no fim do curso de três anos e meio. Lembranças para Ariadne, Elizete, Vidal, Michely, Prof. André e as inúmeras professoras mulheres que não conseguirei recordar (Patrícia, Thaynan, Gleice,...). Ao longo do curso tive a oportunidade de viajar a Argentina duas vezes, exercitando o espanhol.

Não poderia esquecer também dos funcionários do Labomar. Em especial para Eunice, Murilo, Wagner, os dois Francisco, Piu-Piu. Aos porteiros Bergue, Nicolas, Cezário e Marcos (obrigado pelos cafés e conversas nas noites).

Lembranças para os amigos (as) da Varjota e Mucuripe. Um grande abraço para Alexandre Lopes, Tuane, Taylane e toda sua família. Um salve para o Thiago "ferrugem" que está no Serviluz, sua ausência sempre será notada. Um abraço para o Leandro "Mossoró" pelas conversas, conselhos e compartilhamentos de idéias, sucesso! Aos Pesati (André, Leandro, Renan e Jesse) pelas viagens que fizemos juntos e momentos de diversão. A minha outra família, Gustavo, Mônica, Amanda, Neide,..., obrigado pelos bons momentos e acolhimento ao longo dos anos. Em especial ao Gustavo pelos tempos antigos que estão cada vez mais atrás. Lembro também de Flávio Gaspar, Jaílton e Hemily desculpem por aquela noite terrível, não irá se repetir.

Abraços para Ícaro, Eric, Clara, Sócrates, Renier, Paulão do Gás, Brenda (as duas), Rodrigo Santaella, Poti, Cecília, Júlio, Pedro Paulo, Jorge, Tamiris, Camila (novata), Lino, Pedro Jorge, Renara, Rafael Wesley, Leônidas ou Leitônidas, Débora, Mayra, Gabriel...

E também aos Professores: Eduardo Sávio, Sandra Santaella, Carlos Teixeira, Oziléia, ...,Geraldo e Guilherme (avaliadores da minha defesa, obrigado pelas contribuições).

RESUMO

A dengue é a arbovirose mais conhecida a nível mundial. A chegada da doença na América Latina é vinculada ao tráfico negreiro realizado durante o século XVIII, e atinge o Brasil por meio dos fronteiriços países sulamericanos. Durante a década de 1980, a doença surge no Estado do Ceará e atualmente existem quatro sorotipos virais (agente etiológico). O mosquito *Aedes aegypti* (fêmea) é o vetor da doença e o desenvolvimento das formas imaturas do mosquito é influenciado por diversos fatores, como os fatores abióticos selecionados para o estudo: precipitação pluviométrica (mm), temperatura média (°C) e umidade relativa do ar (%). Este estudo buscou verificar a influência das variáveis meteorológicas no número de casos notificados da doença entre os anos de 2007 a 2013, na cidade de Fortaleza/CE situada no nordeste brasileiro. O número de casos notificados da dengue foi obtido da Secretaria Municipal de Saúde de Fortaleza – SMS e as variáveis meteorológicas adquiridas da estação agrometeorológica localizada no Campus do Pici (Universidade Federal do Ceará - UFC). A regressão múltipla foi utilizada na proposição da relação de dependência entre as variáveis. Dos anos envolvidos no estudo, cinco apresentaram alta incidência da dengue e dois (2009 e 2010) com média incidência, resultados similares a de outras regiões brasileiras. Através da construção de gráficos que exprimem a evolução das variáveis climáticas e casos notificados da doença, somente a temperatura média manteve um padrão inversamente proporcional ao crescimento do número de casos da doença. Na regressão múltipla, a especificação exponencial formada pela relação entre a umidade relativa do ar e o número de casos notificados da doença representou o melhor modelo. O poder de explicação do modelo foi de 24,5%. A estação chuvosa concentrou 72% dos casos totais da doença e a precipitação foi abaixo da média e irregular durante o período do estudo. A temperatura média esteve entre intervalos de temperaturas (de 25°C a 27°C) propícios ao desenvolvimento das formas imaturas do mosquito, assim como a umidade relativa do ar (de 70% a 100%).

Palavras-chave: *Aedes aegypti*. Incidência da dengue. Clima.

RESUMEN

El dengue es la arbovirosis más conocida a nivel mundial. Su llegada a América Latina está vinculada a la trata de esclavos realizado durante el siglo XVIII, llegó en Brasil a través de los países de América del Sur. Durante la década de 1980, la enfermedad se presentó en Ceará y actualmente existen cuatro serotipos virales del dengue. El mosquito *Aedes aegypti* (hembra) es el vector de la enfermedad y el desarrollo de los mosquitos inmaduros es influenciado por varios factores, como los factores abióticos seleccionados en el estudio: precipitación (mm), temperatura media (°C) y humedad relativa (%). Este estudio examinó la influencia de las variables meteorológicas en el número de casos reportados de la enfermedad entre los años de 2007 y 2013, en Fortaleza/CE ubicada en el noreste de Brasil. El número de casos reportados de dengue se obtuvo de la Secretaria Municipal de Saúde de Fortaleza - SMS y las variables meteorológicas obtenidas de la estación meteorológica ubicada en el campus del Pici (Universidad Federal del Ceará - UFC). La regresión múltiple fue utilizada en la proposición de relación de dependencia entre las variables. Entre los años del estudio, cinco fueron de alta incidencia de dengue y dos (2009 y 2010), con incidencia media, resultados similares a otras regiones de Brasil. Mediante la construcción de gráficos que expresan la evolución de las variables climáticas y los casos de la enfermedad reportados, sólo la temperatura media mantuvo relación inversamente proporcional al crecimiento del número de casos de la enfermedad. En la regresión múltiple, la especificación exponencial formada entre la humedad relativa y el número de casos reportados de la enfermedad representó el mejor modelo. El poder explicativo del modelo fue de 24,5 %. La estación de lluvias concentró 72% del total de casos de la enfermedad y la precipitación fue baja e irregular durante el período de estudio. La temperatura media estuvo entre los rangos de temperaturas (25°C a 27°C), óptimas al desarrollo de las formas inmaduras del mosquito, tal como la humedad relativa (70% a 100 %).

Palabras Claves: *Aedes aegypti*. Incidencia de la dengue. Clima.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Localização do Município de Fortaleza/CE	21
Figura 2 – Quantidade de casos da dengue registrados por ano	24
Figura 3 – Distribuição da precipitação acumulada mensal, entre os anos de 2007 a 2013	25
Figura 4 – Evolução do número de casos acumulados mensais da doença com o total da precipitação acumulada mensal (mm)	26
Figura 5 – Evolução do número de casos acumulados mensais da doença com a média móvel da precipitação mensal (mm)	27
Figura 6 – Evolução do número de casos acumulados mensais da doença com a temperatura média mensal (°C)	27
Figura 7 – Evolução do número de casos acumulados mensais da doença com a umidade relativa do ar mensal média (%)	28
Figura 8 – Distribuição do número de casos notificados da dengue acumulados por mês durante o período estudado	30
Figura 9 – Curva de crescimento exponencial dos casos notificados da dengue em função da umidade relativa do ar (%)	32

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Variáveis utilizadas no estudo e respectivas fontes de pesquisa	22
Tabela 2 – Coeficiente de incidência da dengue/100 mil habitantes	24
Tabela 3 – Estatística descritiva das variáveis climáticas e casos notificados da dengue .	29
Tabela 4 – Estimativa de Mínimos Quadrados Ordinários do número de casos da dengue em Fortaleza no período de 2007 – 2013	31
Tabela 5 – Distribuição do número de casos da dengue para estação chuvosa e seca	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Variáveis utilizadas no estudo e respectivas fontes de pesquisa	22
Tabela 2 – Coeficiente de incidência da dengue/100 mil habitantes	24
Tabela 3 – Estatística descritiva das variáveis climáticas e casos notificados da dengue .	29
Tabela 4 – Estimativa de Mínimos Quadrados Ordinários do número de casos da dengue em Fortaleza no período de 2007 – 2013	31
Tabela 5 – Distribuição do número de casos da dengue para estação chuvosa e seca	33

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

FUNASA	Fundação Nacional de Saúde
FUNCEME	Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDM	Índice de Desenvolvimento Municipal
IPECE	Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará
MQO	Mínimos Quadrados Ordinários
OMS	Organização Mundial da Saúde
OPAS	Organização Pan-Americana da Saúde
PIB	Produto Interno Bruto
PROJETO ORLA	Projeto de Gestão Integrada da Orla Marítima
SMS	Secretaria Municipal de Saúde
SES	Secretaria de Estado de Saúde de MS
SESAB	Secretaria da Saúde do Estado da Bahia
SIMDA	Sistema de Monitoramento Diário de Agravos

LISTA DE SÍMBOLOS

mm	Milímetros
°C	Graus Celsius
%	Porcentagem
Y_i	Valor esperado
$\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$	Coefficientes da regressão
X_1, X_2, X_3	Variáveis de entrada ou explicativas
u_i	Resíduo
CI	Coefficiente de Incidência
r	Coefficiente de correlação
R^2	Coefficiente de determinação

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	OBJETIVO GERAL	15
1.1.1	<i>Objetivos Específicos</i>	15
2	REVISÃO DE LITERATURA	17
3	METODOLOGIA	20
3.1	Características da doença	20
3.2	Área de estudo	20
3.3	Base de dados	22
3.4	Análise dos dados	22
3.4.1	<i>Modelo de Regressão</i>	22
3.4.2	<i>Coefficiente de incidência</i>	23
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
5	CONCLUSÃO	35
	REFERÊNCIAS	37
	APÊNDICE A – ESTIMATIVA DE MÍNIMOS QUADRADOS ORDINÁRIOS DA REGRESSÃO MÚLTIPLA ENTRE O NÚMERO CASOS NOTIFICADOS DA DENGUE E VARIÁVEIS CLIMÁTICAS PARA CIDADE DE FORTALEZA NO PERÍODO DE 2007 – 2013	42

1 INTRODUÇÃO

Os primeiros relatos da dengue no mundo foram datados no ano 1779 na ilha de Java (Indonésia), e posteriormente, registraram-se casos no Caribe e Estados Unidos (FUNASA, 2001). A doença é comumente associada a regiões de centros urbanos localizadas em áreas tropicais (GUBLER, 1998).

Cerca de cinquenta milhões de pessoas são infectadas por ano pelo vírus da dengue em mais de 100 países e ao menos 2,5 bilhões de pessoas residem em locais onde a dengue é dita epidêmica (OMS, 2009).

Aproximadamente 975 milhões de pessoas habitam regiões onde é possível contrair a dengue (NATHAN e DAYAL-DRAGER, 2007). Dentre os anos de 1780-1940 a doença foi caracterizada por epidemias de pouca relevância e baixa ocorrência, por vezes em grandes dimensões. A pandemia global da dengue iniciou no Sudeste Asiático e no ano de 1997 o mosquito e o vírus detinham plena distribuição nos trópicos (GUBLER, 1998).

Dentre as doenças transmitidas por artrópodes, destacam-se a dengue e a malária por conta de suas elevadas taxas de mortalidade, que aumentam nas regiões tropicais da América Central e do Sul (TORRES, 2002).

Em meados de 1950, as condições ecológicas apropriadas permitiram o aumento da incidência da doença; por meio da circulação simultânea e sequenciada de vários sorotipos virais em uma mesma região. Tais condições apropriadas se remetem a fatores de ordem social (urbanização) e a maior mobilidade entre regiões do planeta (PONTES e RUFFINONETTO, 1994). Com o advento da era da globalização, diversos meios de transporte foram melhorados e desenvolvidos, tais como, a apropriação dos mesmos pela população, favorecendo a propagação do mosquito, agente etiológico e hospedeiro infectado, ou não.

No Brasil, a doença vem acometendo cada vez mais pessoas, sendo um dos principais problemas de saúde do país, exigindo diversos estudos sobre o *Aedes aegypti*, vetor da doença (JACIARA *et al*, 2011).

Bem adaptado ao ambiente doméstico, o mosquito *Aedes aegypti* põe seus ovos preferencialmente em recipientes contidos nos ambientes intra e peridomiciliar, como: vasos de plantas, pneus velhos, lixo em geral, cisternas e fossas sépticas (GUBLER, 1998). Os recipientes artificiais favorecem a predominância da doença nos centros urbanos, auxiliando na sua convivência com o homem (FORATTINI, 2002).

São fatores que elevam o problema de incidência da dengue em uma área: ausência de instalações que realizem o diagnóstico da doença; a demora no resultado do diagnóstico; ineficientes programas de controle, além de sistemas defasados de vigilância epidemiológica e entomológica (TORRES, 2002).

Não há uma prevenção da dengue satisfatória para aqueles que visitam áreas tropicais. Os riscos de infecções podem ser diminuídos conhecendo-se o comportamento e hábito do mosquito vetor (GUBLER, 1998).

Para identificação dos casos em suas formas individuais ou coletivas, é necessária a determinação dos fatores que levam a expressão da doença nestes dois níveis distintos (JACIARA *et al*, 2011).

De acordo com o Ministério da Saúde (2005), há um padrão sazonal na manifestação dos casos da dengue, o maior número de casos ocorre no verão (devido à maior quantidade de chuvas e aumento da temperatura). O começo do período chuvoso marca o surgimento de várias doenças; variações e valores extremos do tempo influem sobre a saúde humana (SOUSA *et al*, 2012). No âmbito das pesquisas envolvendo variáveis climáticas e casos da dengue, existem estudos corroborando a relação direta entre as variáveis supracitadas e casos da dengue; bem como estudos que não obtiveram sucesso em encontrar tal relação.

Grande parte dos estudos envolvendo variáveis climáticas relaciona a influência do clima sobre atividades humanas ou ao seu bem-estar. Portanto, este estudo permitirá compreender parte da ecoepidemiologia do vetor por meio da influência do clima em sua distribuição na cidade de Fortaleza e assim auxiliar as autoridades competentes na tomada de decisões adequadas no combate à doença.

1.1 Objetivo Geral

Verificar a influência das variáveis climáticas nos casos notificados da dengue na cidade de Fortaleza – CE, no período de janeiro de 2007 a dezembro de 2013.

1.1.1 Objetivos Específicos

- a) Descrever as variáveis meteorológicas que influenciam nos casos notificados da dengue.

- b) Determinar a incidência da dengue por ano conforme classificação do Ministério da Saúde.
- c) Expor o número de casos notificados da dengue ocorridos nas estações chuvosa e seca.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Relatos de casos da dengue na América Latina (região caribenha) são conhecidos desde o século XVII e durante os séculos XIX e XX ocorreram diversas epidemias continentais e pandemias no restante do continente (TORRES, 2002; SCHNEIDER e DROLL, 2001).

A vários fatores deve-se o aumento de sua incidência na América Latina; dentre eles: o rápido processo de urbanização populacional sem planejamento, o inadequado abastecimento de água potável, empecilhos na manutenção da coleta de resíduos sólidos, e o aumento do processo migratório entre os países, que facilitou a disseminação dos sorotipos virais, bem como, a proliferação do mosquito vetor (CASTANEDA *et al*, 2011; DE LA MORA-COVARRUBIAS *et al*, 2010).

Em 1845, foram reportados os primeiros casos da doença no Brasil, na cidade do Rio de Janeiro. Por vários anos foi epidêmica em diversas regiões do país, quando em 1958 certificou-se de sua erradicação no Brasil; a reinfestação temporária deu-se em 1967 e no ano de 1973 foi erradicada novamente. Em 1976 ocorreu a reinfestação da doença que permanece até os tempos atuais no país, com a presença dos quatro sorotipos virais circulando simultaneamente, além da febre hemorrágica da dengue (SCHNEIDER e DROLL, 2001).

O Brasil é o país da América Latina que mais notifica casos da doença e também onde os custos de seu tratamento são os mais elevados (SHEPARD *et al*, 2011). A proposta mais viável para concomitantemente reduzir o número de casos notificados da doença e o investimento em pós-tratamentos é a criação de um efetivo programa de erradicação da doença no país. Costa *et al* (2011) afirma que para se frear de fato o aumento do número de casos da doença é necessário combater criadouros, por meio de sua eliminação e conscientização das pessoas que vivem nas áreas que lhes oferecem riscos, pois não existe no momento, vacina ou medicamento que combata a doença.

A grande dispersão da dengue no Brasil está vinculada ao fluxo intenso de pessoas do campo para cidade, resultando em grande concentração populacional. Sem infraestrutura adequada, as cidades não oferecem habitação e saneamento básico para toda a população urbana e parte de seus habitantes vão morar em favelas, onde o abastecimento de água e coleta de lixo são irregulares; o acúmulo de água em tonéis possibilita a proliferação do mosquito (TAUIL, 2002). Estudos detalhados da evolução espaço-temporal da doença

permitem fornecer medidas que visem o seu controle e diminuição do sofrimento da população (PAULA, 1994).

Conforme Johansen e Carmo (2012), os casos epidêmicos da dengue não podem ser atrelados somente a problemas de infraestrutura em ambientes urbanos, porém é um fator que contribui em sua dispersão. Outro fator apontado pelo autor envolve a organização da vida humana que modifica a duração de epidemias no tempo, no espaço e distribuição na sociedade.

Na 27ª Conferência Sanitária Pan-americana que ocorreu em Washington (2007), foi elaborado pela Organização Pan-americana da Saúde (OPAS) o documento “Prevenção e Controle da Dengue nas Américas: enfoque integrado e lições aprendidas”. Segundo o documento, é necessária organização entre os sistemas de gestão integrada dos programas de controle da dengue, devido ao agravamento da situação epidemiológica no continente e epidemias ocorridas em diversos países. A doença acarreta perda de vidas humanas e altos custos políticos e sociais, como ausência escolar e laboral, repercussões negativas no turismo e colapsos nos serviços de saúde, pela alta demanda de atendimento médico nos hospitais (COELHO, 2008).

Surgindo como uma ameaça crescente à saúde pública, as mudanças climáticas afetam os meios de lidar com populações em risco. Todas as regiões do planeta sentirão os efeitos das mudanças climáticas, sendo os países em desenvolvimento os mais afetados (SIERRA, 2009).

A região nordeste brasileira apresenta condições climáticas distintas do restante do país, e mesmo com as secas frequentes na região o número de casos notificados da doença é elevado. Condições de saneamento básico e períodos de chuvas em algumas localidades permitem o acúmulo de água em reservatórios, permitindo a proliferação do mosquito, aumentando o risco de transmissão da dengue (JACIARA *et al*, 2011).

Como vertente da meteorologia que trata de compreender a influência dos parâmetros atmosférico-meteorológicos sobre o organismo dos seres vivos situa-se a biometeorologia. O estudo da influência direta e indireta dos parâmetros atmosféricos permite compreender a interação entre meteorologia e aspectos epidemiológicos (SHAWANA *et al*, 2010). Para Firmino *et al* (2006), são poucos os grupos que trabalham com a vertente biometeorologia e muitos deles estudam mais a influência em plantas e animais do que em seres humanos.

Diversas pesquisas associam a incidência da dengue com variáveis meteorológicas. As principais associações realizadas remetem à influência da precipitação pluviométrica, temperatura média e umidade relativa do ar com os casos da doença. A maioria dos estudos refere-se à incidência da doença em regiões tropicais, pois é onde estão concentrados o maior número de casos da doença. Embora o maior contingente de casos esteja localizado na zona térmica tropical é notório ressaltar que cada região possui condições climáticas distintas uma da outra, levando a divergências na tomada de conclusões.

Dentre os estudos que apontam relação direta entre variáveis meteorológicas e casos da dengue, destacam-se: Dantas *et al* (2007) no Estado de João Pessoa (PB), Jaciara *et al* (2011) na cidade de Natal (RN) e Cassab *et al* (2011) na cidade de Montería, Colômbia. Existem também, estudos que não obtiveram relação direta entre as variáveis descritas anteriormente. Estudos realizados por: Rosa-freitas *et al* (2003) para a cidade de Boa Vista (RR), Magalhães (2010) para a cidade de Fortaleza (CE) e Barbosa (2011) no Estado de Pernambuco. Observa-se que existe uma disparidade de resultados reportados pelos pesquisadores apresentados acima.

3 METODOLOGIA

3.1 Características da doença

O vírus, agente etiológico da doença é constituído por quatro sorotipos virais: DEN- 1, 2, 3 e 4. A transmissão ocorre por meio da picadura de mosquitos *Aedes aegypti* (infectados), presente em aglomerados urbanos devido à disposição de recipientes artificiais que permitem o desenvolvimento de suas formas imaturas (RIBEIRO *et al*, 2006; FORATTINI, 2002).

O período de incubação da doença (desde a picada ao surgimento dos primeiros sintomas) é de 3 a 15 dias. Entretanto, a maioria das pessoas relata sinais dos sintomas cinco ou seis dias após a infecção, relacionado diretamente com a cepa e carga viral (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2005).

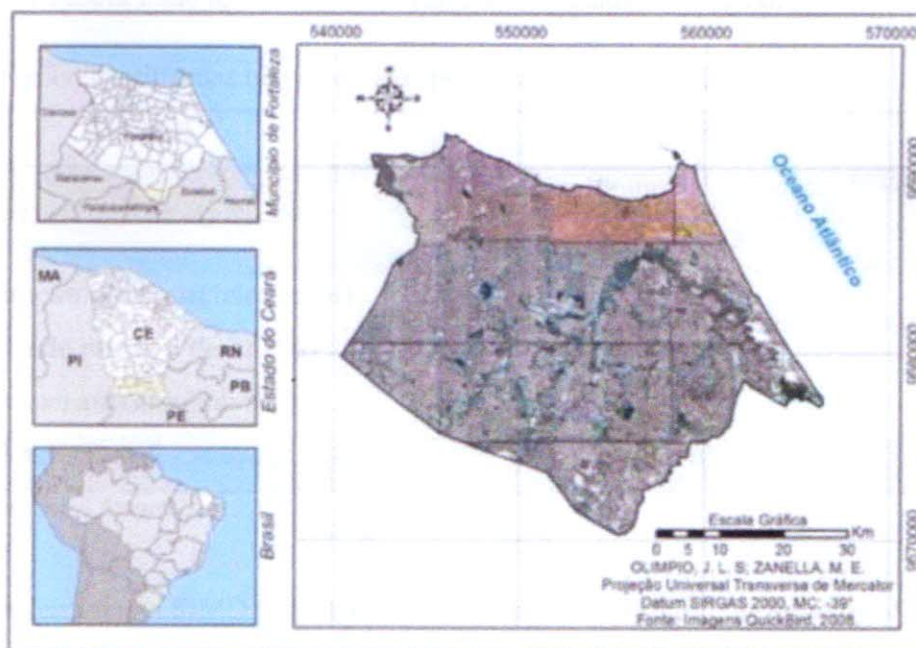
3.2 Área de Estudo

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2012), a cidade de Fortaleza (FIGURA 1) possui aproximadamente 2,5 milhões de habitantes; é uma das cidades mais urbanizadas do país localizada no nordeste brasileiro. Entre os anos de 1999 e 2010 seu Índice de Desenvolvimento Municipal (IDM)¹ decresceu de 81,07 para 73,96, conforme o Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE, 2013).

¹O Índice de Desenvolvimento Municipal – IDM é um índice que sistematiza o desenvolvimento dos municípios, e no seu cálculo são empregados 30 indicadores sociais, econômicos, fisiográficos e infra-estruturais (IPECE, 2010).

A figura a seguir ilustra a delimitação da área de estudo deste trabalho:

Figura 1 – Localização do Município de Fortaleza/CE



Fonte: ZANELLA, M. E.; OLÍMPIO, J. L. S.; DANTAS, E. W. C., 2012.

A cidade de Fortaleza possui clima tropical quente e sub-úmido, com precipitação anual de 1.338 mm; a maior parte das chuvas está concentrada no verão (meses de janeiro a maio) e outono; a temperatura média é de 26°C a 28°C, temperaturas elevadas são típicas ao longo do ano, variações sazonais são mínimas (IPECE, 2011). Quanto à umidade relativa, observa-se máxima de 82,5% (elevado valor, por conta da influência marítima e alta taxa de evaporação) e mínima de 73% (Projeto de Gestão Integrada da Orla Marítima – Projeto Orla, 2006). Os ventos alísios de sudeste predominam na região durante quase todo ano (GOMES FILHO e RIBEIRO JÚNIOR, 2002).

Durante 27 anos de existência da doença no Ceará, ocorreram seis anos epidêmicos no Estado: 1987, 1994, 2001, 2008, 2011 e 2012. O ano de 2008 registra o maior número de casos clássicos da doença e 2011 o maior número de hemorrágicos. Em 1994 relatou-se o surgimento da febre hemorrágica (DEN- 2); e nos anos de 2002 e 2011 foram isolados os sorotipos DEN- 3 e DEN- 4, respectivamente (CEARÁ, 2014).

3.3 Base de dados

Na Tabela 1 são apresentadas as variáveis utilizadas no estudo.

Tabela 1 – Variáveis utilizadas no estudo e respectivas fontes de pesquisa

Variável	Fonte
Casos notificados da dengue	Secretaria Municipal de Saúde de Fortaleza - SMS
Precipitação pluviométrica (mm)	Estação Agrometeorológica – Campus do Pici (UFC)
Umidade relativa do ar (%)	
Temperatura média (°C)	
População (Fortaleza)	IPECE

Fonte: Elaborado pelos Autores.

A ferramenta SIMDA (Sistema de Monitoramento Diário de Agravos) da SMS de Fortaleza foi utilizada na obtenção dos casos notificados da dengue. Os dados coletados compreendem o período de janeiro de 2007 a dezembro de 2013, amostrados mensalmente.

3.4 Análise dos Dados

Para tabulação dos dados, foi empregada a planilha eletrônica – *Excel* 2007, *Microsoft*. Na análise exploratória (cálculo das medidas de tendência central e dispersão), construção dos gráficos e tabelas, e análise de regressão utilizou-se o software estatístico, *SPSS* 17.

A fim de determinar a influência das variáveis climáticas sobre o número de casos notificados da dengue, empregou-se a Regressão Linear Múltipla (Método dos Mínimos Quadrados Ordinários, MQO). Na análise da normalidade do conjunto de dados, empregou-se o teste de Shapiro-Wilk.

3.4.1 Modelo de Regressão

Para este estudo optou-se pelo método dos mínimos quadrados ordinários – MQO (GUJARATI, 2006). O modelo formulado pode ser expresso pela seguinte equação:

$$Y_i = \beta_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + u_i \quad (1)$$

Onde, Y_i , é a variável dependente que representa o número de casos notificados da dengue; β_i , $i = 1, \dots, 4$ são os coeficientes de regressão; X_j , $j = 2, 3, 4$, representam as variáveis independentes: precipitação pluviométrica, temperatura média e umidade relativa do ar, respectivamente e u_i os resíduos.

3.4.2 Coeficiente de incidência

Conforme Rouquayrol (1994) o coeficiente de incidência (CI) de uma doença pode ser calculado pela seguinte expressão:

$$CI = \frac{\text{Número de casos novos} \times 10^n}{\text{População exposta ao risco}} \quad (2)$$

Por recomendação do Ministério da Saúde (2011) os resultados do CI devem ser expressos por 100 mil habitantes. Para tanto se adota o valor n de 5.

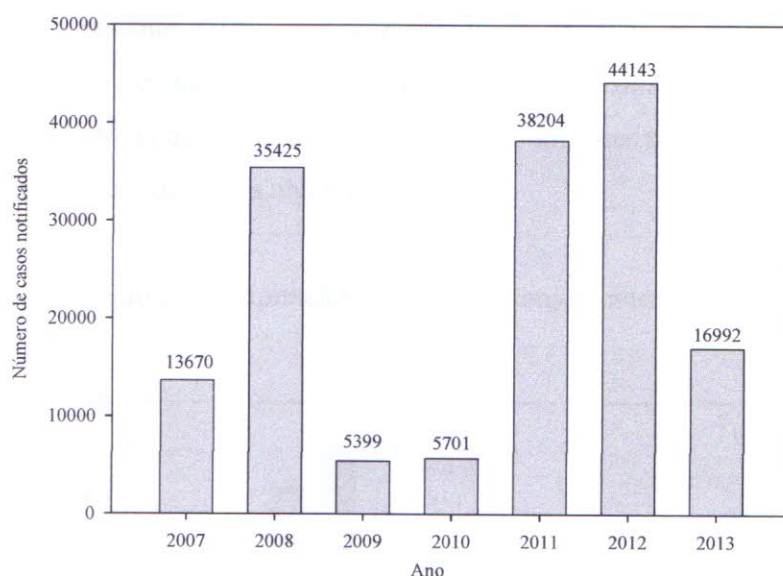
O número de casos novos corresponde à quantidade de pessoas que foram acometidas pela doença num espaço de tempo. A população exposta ao risco representa a quantidade de pessoas que estão suscetíveis a serem acometidas pela doença em uma faixa de tempo.

O Ministério da Saúde (2011) classificou a incidência da doença em três níveis: baixa incidência ($CI < 100$ casos/100 mil habitantes), média incidência ($100 < CI < 300$ casos/100 mil habitantes) e alta incidência ($CI > 300$ casos/100 mil habitantes).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variáveis meteorológicas empregadas na análise da associação com os casos notificados da dengue são descritas a seguir. A respeito do número de casos notificados da dengue é possível verificar por meio da figura abaixo que o ano de 2012 apresentou o maior número de casos, ao passo que, 2009 destacou-se pelo menor número de casos notificados. Para o conjunto de anos, foram registrados em média 22.791 casos por ano.

Figura 2 – Quantidade de casos da dengue registrados por ano



Fonte: Elaborado pelos autores.

A população estimada de Fortaleza é de aproximadamente 2,5 milhões de habitantes (IPECE, 2013). Uma epidemia de dengue é deflagrada quando se obtêm uma taxa de 300 casos da doença/100 mil habitantes. Os resultados do CI estão apresentados na tabela abaixo.

Tabela 2– Coeficiente de incidência da dengue/100 mil habitantes

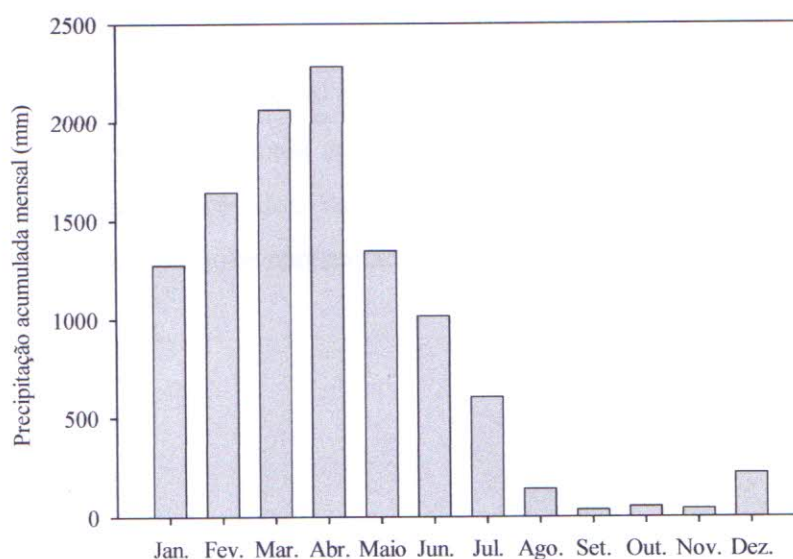
Ano	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
CI	562	1432	215	232	1542	1765	680

Fonte: Elaborado pelos autores.

Os anos de 2009 e 2010 foram classificados como de média incidência ($100 \leq CI \leq 300$) da dengue. Os demais atingiram níveis epidêmicos (alta incidência, $CI > 300$). Situação semelhante ao que ocorreu no Estado da Bahia, reportado pela Secretaria da Saúde do Estado da Bahia – SESAB (2014); entre os anos de 2007 a 2013, somente em 2007 a dengue não foi epidêmica. Similar ao caso do Estado do Mato Grosso do Sul em pesquisa realizada pela Secretaria de Estado de Saúde de MS (SES, 2013) onde o ano de 2013 (nas 12 primeiras semanas) notificou 72 de seus 79 municípios com alta incidência de dengue por 100 mil habitantes.

Em relação à distribuição da precipitação acumulada ao longo dos anos, é possível afirmar que os meses de janeiro a junho (2007 a 2013), concentraram 90% do total precipitado e o restante (10%) está compreendido de julho a dezembro (2007 a 2013), confirmando que o regime de chuvas está inserido no primeiro semestre do ano, estando localizado o período da quadra chuvosa (condições climáticas propícias a precipitação). Fatos evidenciados por meio da figura abaixo.

Figura 3 – Distribuição da precipitação acumulada mensal, entre os anos de 2007 a 2013

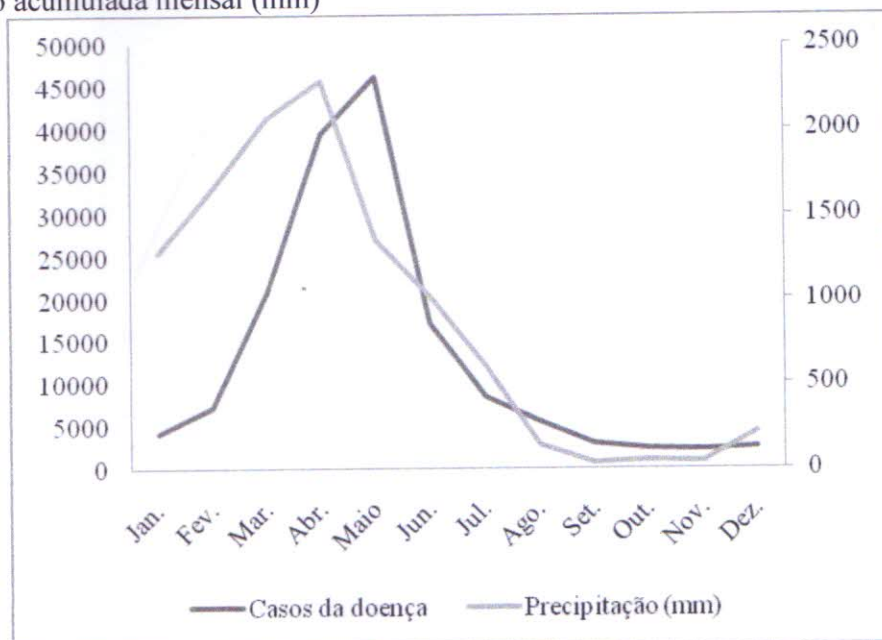


Fonte: Elaborado pelos autores.

A fim de observar a evolução da doença com a precipitação (mm), plotou-se um gráfico entre as duas variáveis e linha temporal. A figura abaixo ilustra a evolução entre os

casos notificados da dengue acumulados mensais e a precipitação acumulada mensal. Nos primeiros meses do ano observa-se o crescimento do número de casos da doença.

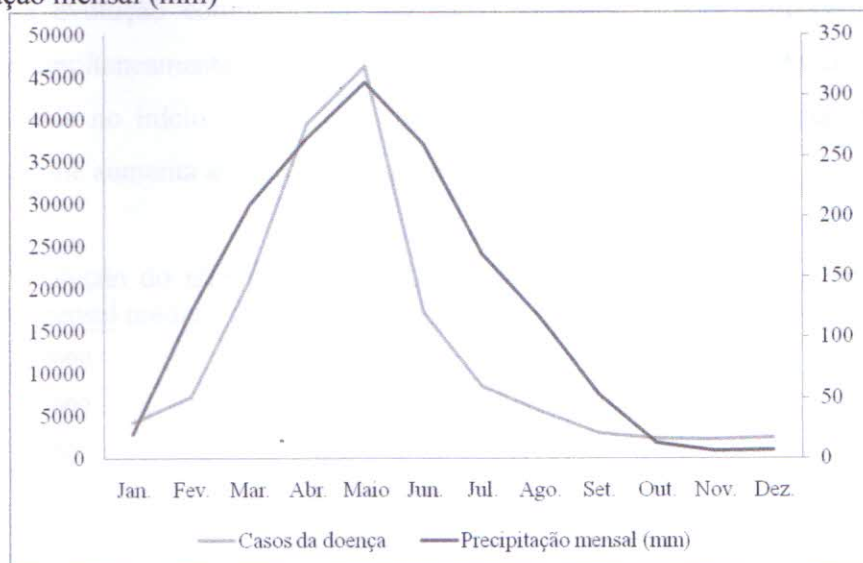
Figura 4 – Evolução do número de casos acumulados mensais da doença com o total da precipitação acumulada mensal (mm)



Fonte: Elaborado pelos autores.

Através da FIGURA 4 se observa que meses após os elevados índices pluviométricos ocorreu uma grande elevação dos casos da doença. Para suavizar o atraso entre precipitação e notificação dos casos da doença foi construído um gráfico com a média móvel da precipitação, conforme apresentado na FIGURA 5.

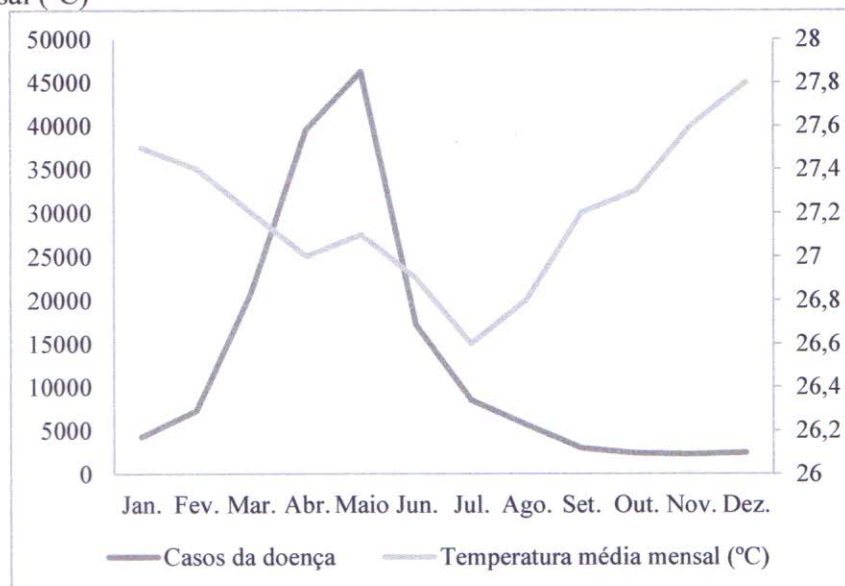
Figura 5 – Evolução do número de casos acumulados mensais da doença com a média móvel da precipitação mensal (mm)



Fonte: Elaborado pelos autores.

Analisando a evolução dos casos notificados da dengue e temperatura média mensal se constatou que o número de casos notificados aumentou quando as temperaturas mensais diminuíram. Nos últimos meses com o aumento da temperatura ocorreu um decréscimo no número de casos. Ao longo do ano a temperatura não sofreu grandes variações, oscilando entre 26°C e 28°C.

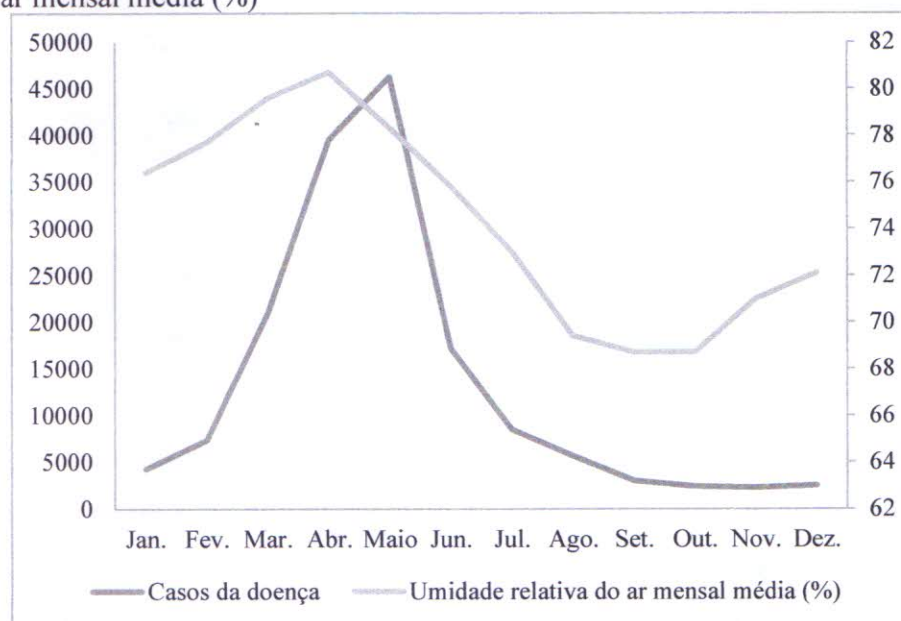
Figura 6 – Evolução do número de casos acumulados mensais da doença com a temperatura média mensal (°C)



Fonte: Elaborado pelos autores.

Para a associação entre umidade relativa do ar média mensal e casos notificados, notou-se uma evolução conjunta entre as duas variáveis. Ambas variáveis crescendo e decrescendo simultaneamente. Os maiores valores de umidade relativa do ar mensal média estão localizados no início do ano por conta do período de chuvas e alta intensidade da radiação solar que aumenta as taxas de evaporação.

Figura 7 – Evolução do número de casos acumulados mensais da doença com a umidade relativa do ar mensal média (%)



Fonte: Elaborado pelos autores.

Na Tabela 3 temos as medidas descritivas das variáveis abordadas neste estudo.

Tabela 3 – Estatística descritiva das variáveis climáticas e casos notificados da dengue

Estatísticas descritivas	Casos notificados da dengue	Precipitação (mm)	Temperatura média (°C)	Umidade relativa do ar (%)
Média	1899,30	127,6	27,2	74,3
Desvio padrão	3425,17	152,35	0,58	4,92
Mediana	543,5	60,15	27,15	74
Valor Máximo	21902	681,6	28,5	85
Valor Mínimo	73	0	26	66

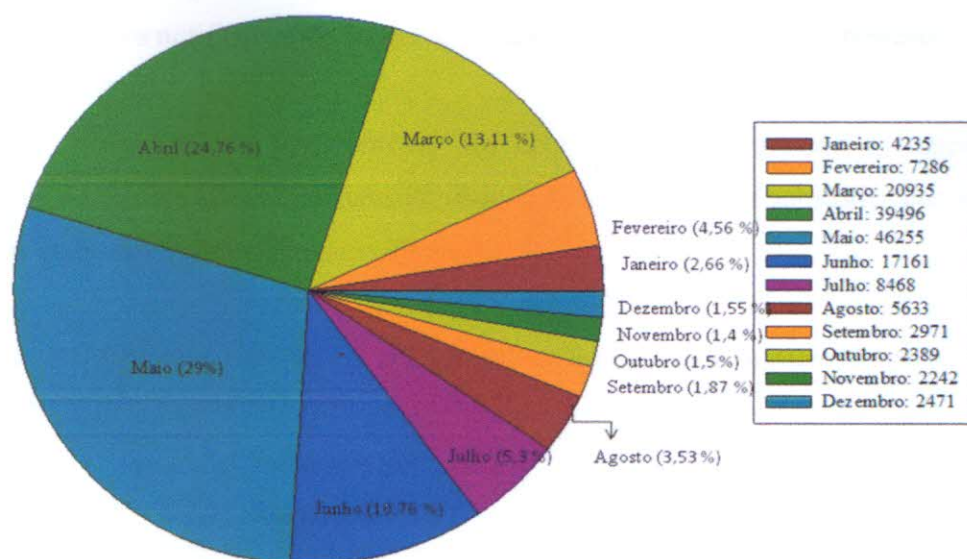
Fonte: Elaborado pelos autores.

Quando média, mediana e moda são aproximadamente iguais tem-se uma distribuição normal ou simétrica do conjunto de dados. No tocante ao teste da normalidade ($p < 0,05$) foi possível observar que somente a temperatura (°C) apresentou distribuição normal, enquanto que os casos notificados da dengue, precipitação (mm) e umidade relativa do ar (%) não apresentaram distribuição normal.

A assimetria do conjunto de dados é revelada pelos valores extremos notificados, o número de casos notificados, com máximo de 21.902 e mínimo de 73 casos. O valor da média da precipitação reflete os baixos índices pluviométricos da região; com frequência observam-se meses onde a precipitação mensal foi de 0 mm. Grande parte do regime pluviométrico está concentrada no primeiro semestre refletindo sua assimetria. A FIGURA 7 mostra que a umidade relativa do ar possui assimetria positiva.

A FIGURA 8, representa as porcentagens relativas ao número de casos notificados acumulados, distribuídos mensalmente. Grande parte do número de casos da doença concentra-se nos meses de fevereiro, março, abril e maio; correspondendo a quadra chuvosa fortalezense, período onde ocorre um maior volume de precipitações.

Figura 8 – Distribuição do número de casos notificados da dengue acumulados por mês durante o período estudado



Fonte: Elaborado pelos autores.

O Guia de Vigilância Epidemiológica (2005), diz que há um maior número de casos da dengue durante o verão, devido às maiores temperaturas e índices de precipitação. Caso as variáveis do estudo não apontem correlação estatística com casos da dengue é importante avaliar faixas de valores de tais variáveis que influenciem no ciclo de vida do mosquito.

Foi realizada uma regressão múltipla entre o número de casos notificados da dengue e as variáveis climáticas (precipitação pluviométrica, temperatura média e umidade relativa do ar). Porém, conforme apresentado no APÊNDICE A, a precipitação pluviométrica e temperatura média do ar não foram significantes para o estudo e, portanto optou-se por outra análise de regressão apresentada a seguir.

Embora se perceba um padrão de evolução entre algumas variáveis climáticas e casos da dengue, na análise da regressão foi possível estipular o modelo mais apropriado para este estudo. A combinação da umidade relativa do ar (%) e casos notificados da dengue mostrou-se mais apropriada para representar a realidade.

No modelo de regressão linear entre a umidade relativa do ar (%) e casos notificados da dengue o coeficiente de correlação (r) foi de 0,38 e o coeficiente de determinação (R^2) de 14%, onde até 14% dos casos da doença podem ser explicados por

conta da umidade relativa do ar. Entretanto, observou-se que a curva que mais se adequa a distribuição dos casos da dengue e umidade relativa do ar é uma exponencial e não uma reta como se havia proposto. A partir de então, a equação base do modelo é composta de duas variáveis (casos notificados da dengue e umidade relativa do ar); sendo representada a seguir:

$$\ln y = \ln \alpha + \beta X \quad (3)$$

Abaixo, um detalhamento dos coeficientes de regressão e respectivos erros-padrões. Enfatizando que, da base de dados, apenas a variável umidade relativa do ar (%) mostrou-se significativa para o estudo.

Tabela 4 – Estimativa de Mínimos Quadrados Ordinários do número de casos da dengue em Fortaleza no período de 2007 – 2013

	Coefficiente de Regressão	Erro-padrão	Teste-t	Significância
Umidade relativa do ar	0,126	0,025	5,157	0,000
Constante	0,065	0,119	0,548	0,585

Fonte: Elaborado pelos autores.

Analisou-se a relação entre as duas variáveis por meio do coeficiente de correlação (r) que obteve um valor de 0,495 expressando fraca correlação entre as variáveis. O coeficiente de determinação (R^2) foi de 0,245 ou 24,5%, explicitando que até 24,5% dos casos notificados da dengue foram explicados pela variável umidade relativa do ar.

Dentro deste campo de estudo é possível encontrar outros trabalhos que obtiveram associações distintas se comparados a esta pesquisa. A seguir, é possível visualizar alguns estudos dentro do perfil citado anteriormente.

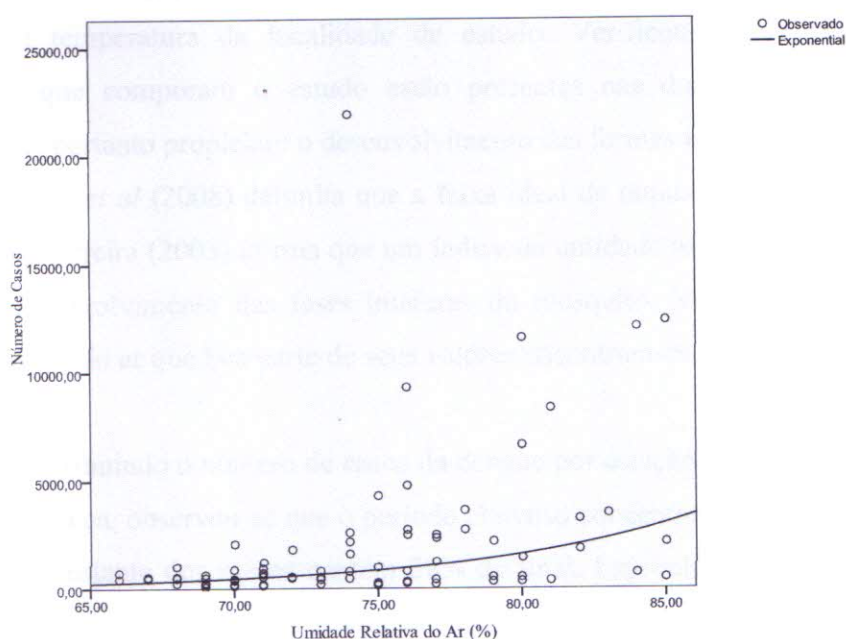
Dentre os pesquisadores que obtiveram coeficiente de determinação, $R^2 > 75\%$, encontramos Rubio-Palis (2011) e Flexa (2007), nas localidades de Maracay (Venezuela), com a associação entre precipitação, temperatura e umidade relativa do ar com casos da dengue e Santana (Amapá) com a associação entre precipitação e casos da dengue respectivamente.

Outros pesquisadores, não observaram forte influência das variáveis climáticas nos casos da dengue. Tal como, Cassab (2011) e Aguiar (2011) que obtiveram coeficientes de determinação, $R^2 < 35\%$ conferindo baixa explicabilidade dos modelos adotados nas cidades de Montería (Colômbia) e Santarém (Pará). Para o primeiro estudo foram empregadas as

variáveis precipitação, temperatura e umidade relativa do ar e no segundo estudo: precipitação e temperatura. Porém, a quantidade de estudos que afirmam haver influência das variáveis meteorológicas sobre os casos da dengue é superior aos que não observaram tal relação.

Para observar a relação entre umidade relativa do ar e casos notificados da doença plotou-se um gráfico que expressa a evolução entre as duas variáveis.

Figura 9 – Curva de crescimento exponencial dos casos notificados da dengue em função da umidade relativa do ar (%)



Fonte: Elaborado pelos autores.

Através do gráfico anterior é possível concluir que a curva apresenta uma tendência de crescimento a partir do valor de umidade relativa de 75%, sendo registrado um maior número de casos da dengue após tal valor.

Embora as demais variáveis (precipitação e temperatura média) não tenham apresentado significativa influência na distribuição dos casos da doença na cidade de Fortaleza, pode-se dizer que a temperatura média (°C) e umidade relativa do ar (%) estiveram dentro de uma faixa ideal para o desenvolvimento das formas imaturas da doença conforme apresentado a seguir.

A influência da precipitação pluviométrica não foi significativa para o estudo. Esse resultado pode ser proveniente do baixo regime pluviométrico da região que influencia na ocorrência dos casos da doença, pois estamos localizados em uma região onde as secas são

constantes (JACIARA *et al*, 2011). Dentro de cada mês pode-se observar que por vezes um único dia concentra o total de toda precipitação mensal e, portanto essa irregularidade de chuvas pode afetar o desenvolvimento das formas imaturas do mosquito.

Para Forattini (2002), a faixa ideal de temperatura para desenvolvimento das formas imaturas do mosquito, varia de 14°C a 30°C. Ferreira (2003) restringe a faixa de temperatura e delimita valores entre 25°C a 27°C. A estação agrometeorológica que coletou as temperaturas para o estudo está situada em área arborizada, situação distinta do restante da cidade de Fortaleza e, portanto as temperaturas amostradas naquela estação podem não representar a temperatura da localidade de estudo. Verificou-se que grande parte das temperaturas que comporam o estudo estão presentes nas duas faixas de temperaturas supracitadas e, portanto propiciam o desenvolvimento das formas imaturas do mosquito.

Silva *et al* (2008) delimita que a faixa ideal de umidade relativa do ar está entre 70% e 100%. Ferreira (2003) afirma que um índice de umidade relativa do ar superior a 70% auxilia no desenvolvimento das fases imaturas do mosquito. Verificou-se também para a umidade relativa do ar que boa parte de seus valores encontram-se dentro da faixa ideal citada anteriormente.

Distribuindo o número de casos da dengue por estação chuvosa (fevereiro, março, abril e maio) e seca, observou-se que o período chuvoso concentrou 72% do número de casos da doença e o restante dos meses contém 28% do total. Especula-se que a concentração de casos dentro destes quatro meses é vinculada ao regime pluviométrico concentrado neste período. Pode-se afirmar também que a umidade relativa do ar é maior durante a estação chuvosa o que eleva a quantidade de casos notificados.

Tabela 5 – Distribuição do número de casos da dengue para estação chuvosa e seca

	Estação Chuvosa	Estação Seca
Número de casos notificados da dengue	113972 (72%)	45570 (28%)

Fonte: Elaborado pelos autores.

Em estudos de associação e influência de variáveis, a escolha das mesmas a serem empregadas na composição do estudo consiste num passo importante para formulação de hipóteses, desenvolvimento e conclusões, cabendo a cada pesquisador analisar a maneira mais adequada a trabalhar seus dados.

Prever o número de casos da dengue ao longo dos anos por meio de modelos atmosféricos consiste de uma tarefa complicada, pois a determinação das condições de tempo e clima é realizada através de previsões ou probabilidades. Não se pode afirmar com certeza o quanto o clima pode influenciar na notificação do número de casos de doenças. Porém, é possível notar os períodos do ano em que sua incidência é freqüente.

5 CONCLUSÃO

Perante os esforços por parte das autoridades fortalezenses na tentativa de remediar os efeitos da doença na capital, a incidência da dengue ao longo do período do estudo variou de média a alta, e mais pessoas são acometidas pela doença ao longo dos anos. As variáveis meteorológicas empregadas neste trabalho são apenas uma parcela das que afetam a ecoepidemiologia do mosquito e, portanto, existem outros fatores a serem questionados em trabalhos futuros como: resíduos sólidos, Produto Interno Bruto (PIB), escolaridade, índice de vegetação, radiação solar recebida e etc. As variáveis supracitadas não são fatores que causam a doença e sim desencadeadores na ocorrência dos casos.

As alterações no espaço natural permitiram a construção do espaço geográfico e desenvolvimento da espécie humana. No entanto, a estruturação do espaço geográfico propiciou a presença marcante e irreversível da dengue nas metrópoles mundiais.

Os níveis de incidência da doença oscilaram de média a alta e grande parte dos casos notificados da dengue está concentrada na quadra chuvosa, alertando as autoridades competentes a realizar operações de prevenção e controle da doença, meses antes de tal período e dando continuidade ao longo do mesmo.

Das variáveis meteorológicas empregadas no estudo, a precipitação pluviométrica (mm) e temperatura média (°C) não foram estatisticamente significantes. No entanto, as mesmas se encontraram numa faixa ideal ao desenvolvimento do mosquito, sendo possível existir uma interação diferente da descrita anteriormente.

A regressão exponencial entre a umidade relativa do ar (%) e casos notificados da dengue foi o modelo que mais se ajustou ao estudo. Portanto, a umidade relativa do ar (%) foi a única variável a afetar significativamente o número de casos notificados da dengue e, particularmente em outras regiões onde foram realizados estudos similares a este, outras variáveis que não somente a umidade relativa do ar exerceram influência em suas localidades.

Os resultados obtidos neste estudo foram providos de dados agrupados e, portanto não é possível discriminar a exposição e status de saúde a níveis individuais. Errônea conclusão atribuída à falácia ecológica.

A holisticidade é fundamental para compreender a relação dos fatores etiológicos e processos epidemiológicos. Compreender tal relação envolve contextualizar o tempo, espaço e população; não podendo se restringir somente a análise estatística.

Para redução gradativa do número de casos notificados da doença ao longo dos anos recomenda-se um plano de controle e combate ao mosquito mais eficiente e articulado com outros programas e projetos administrativos da cidade de Fortaleza.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, C. P. O.; ARANHA, R. C.; COSTA, A. C. L. **Influência da precipitação pluviométrica e temperatura do ar na incidência de dengue na cidade de Santarém.** IV Simpósio Internacional de Climatologia, 2011, João Pessoa.
- ALCÂNTARA, I. C. **Análise Espacial da Relação entre Pluviometria e Incidência dos Casos Notificados do Dengue na Paraíba em 2004.** 2004. 60 f. Monografia (Graduação em Estatística) – Centro de Ciências Exatas e da Natureza, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2004.
- BAHIA, Secretaria da Saúde do Estado da Bahia/SESAB. **Situação epidemiológica da dengue no estado da Bahia, 2013.** 2013. Disponível em: <http://www.suvisa.ba.gov.br/sites/default/files/BOLETIM_2014_1.pdf> Acesso em: 15 mar. 2014.
- BARBOSA, E. V. J. **Variabilidades climáticas (temperatura e precipitação) e sua influência na propagação do vetor da dengue, *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762), no Estado de Pernambuco.** 2011. 88 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2011.
- CÂMARA, F. P.; GOMES, A. F.; SANTOS, G. T.; CÂMARA, D. C. P. **Clima e epidemias de dengue no Estado do Rio de Janeiro.** Rev. Soc. Bras. Med. Trop. 2009; 42:137-140.
- CASSAB, A.; MORALES, V. & MATTAR, S. **Factores climáticos y casos de dengue en Montería, Colombia. 2003-2008.** Revista de Salud Publica (Bogotá), fev. 2011; 13: 115-128. Disponível em: <http://www.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-00642011000100010> Acesso em: 15 mar. 2014.
- CASTANEDA, O.; SEGURA, O.; RAMIREZ, A. N. **Conocimientos, actitudes y Prácticas Comunitarias en un brote de Dengue en un municipio de Colombia, 2010.** Rev. Salud Pública, Bogotá, v 13, n. 3, jun. 2011. Disponível em: <http://www.scielo.org/scielo.php?pid=S012400642011000300013&script=sci_arttext> Acesso em: 16 mar. 2014.
- CEARÁ, Secretaria de Saúde do Estado/SESA. **Coordenadoria de Promoção e Proteção à Saúde/Núcleo de Vigilância Epidemiológica/SESA/CE.** 2014. Disponível em: <<http://www.saude.ce.gov.br/index.php/boletins>> Acesso em: 22 fev. 2014.
- COELHO, G. E. **Dengue: desafios atuais.** Epidemiol. Serv. Saúde, Brasília, v.17, n.3, p.2311-233, jul/set. 2008. Disponível em: <<http://scielo.iec.pa.gov.br/pdf/ess/v17n3/v17n3a08.pdf>> Acesso em: 10 mar. 2014.
- COSTA, A. G. et al. **Dengue: aspectos epidemiológicos e o primeiro surto ocorrido na região do Médio Solimões, Coari, Estado do Amazonas, no período de 2008 a 2009.** Rev. Soc. Bras. Med. Trop., Uberaba, v. 44, n. 4, ago. 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S003786822011000400014&lng=en&nrm=iso> Acesso em: 13 jan. 2014.

COSTA-RIBEIRO, M. C. V. da; LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, R.; FAILLOUX, A.-B. **Low gene flow of *Aedes aegypti* between dengue-endemic and dengue-free areas in southeastern and southern Brazil.** The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene, v. 77, n. 2, p. 303-309, 2007. Disponível em:

<<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17690403>> Acesso em: 14 fev. 2014.

CUNHA, R.V. et al. **Retrospective study on dengue in Fortaleza, state of Ceará, Brazil.** Mem Inst Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 93(2): 155 – 159, 1998.

DANTAS, R.T. et al. **Influência de variáveis meteorológicas sobre a incidência de dengue em João Pessoa – PB.** Revista Fafibe On-line, Bebedouro, v.3, p.1-6. 2007. Disponível em: <www.fafibe.br/revistaonline> Acesso em: 10 mar. 2014.

DE LA MORA-COVARRUBIAS, A.; JIMÉNEZ-VEJA, F.; TREVIÑO-AGUILAR, S. M. **Distribución geoespacial y detección del virus del dengue en mosquitos *Aedes (Stegomyia) aegypti* de Ciudad Juárez, Chihuahua, México.** Salud Pública Méx. 2010; 52 (2):127-133.

FERNANDES, R. S.; NEVES, S. M. A. S.; SOUZA, C. K. J.; GALVANIN, E. A. S.; NEVES, R. J. **Clima e casos de dengue em Tangará da Serra/MT.** Hygeia: Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde (Uberlândia), v. 8, p. 78-88, 2012.

FERREIRA, M. E. M. C. **Doenças tropicais: o clima e a saúde coletiva. Alterações climáticas e a ocorrência de malária na área de influência do reservatório de Itaipu, Pr.** In. Mudanças climáticas: repercussões globais e locais. Terra Livre. São Paulo: AGB, v.1, n.20, p.179-191, 2003.

FIRMINO, J. L. N. et al. **Distribuição espacial do número de casos de dengue no estado da Paraíba utilizando resultados de modelos atmosféricos regionais para a precipitação pluviométrica.** Revista HISPECI& LEMA, Brasil, v. 9, p. 31-35, 2006.

FLEXA, G. G. et al. **Relação da Precipitação Pluviométrica e Casos de Dengue notificados na Baixada do Ambrósio na área portuária de Santana-AP.** In: VIII Workshop Ecolab Brasil, 2007. VIII Workshop Ecolab Brasil.

FORATTINI, O. P. **Culicidologia médica: identificação, biologia e epidemiologia.** São Paulo: Edusp; 2002. v. 2.

FUNASA. **Fundação Nacional de Saúde. Dengue: Instruções para pessoal de combate ao vetor. Manual de normas e técnicas.** 3. Ed. Brasília (DF), 2001, 84 p.

FUNCEME. **Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos.** Disponível em: <<http://www.funceme.br/>> Acesso em: 20 jan. 2014.

GOMES FILHO, M. F.; RIBEIRO JÚNIOR, A. F. **Aspectos climáticos da atmosfera sobre a área do Atlântico Sul.** In: XII Congresso Brasileiro de Meteorologia, 2002, Foz do Iguaçu - PR. Anais do XII Congresso Brasileiro de Meteorologia. São José dos Campos - SP: Sociedade Brasileira de Meteorologia, 2002. v.1. p.1922-1926.

GUBLER, D. J. **Dengue and Dengue Hemorrhagic Fever**. Public Health, v. 11, n. 3, p. 480-496, 1998.

GUJARATI, D. **Econometria Básica**, trad. 4ª ed.. Rio de Janeiro: Campus, 2006.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Censo Demográfico 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>> Acesso em: 20 jan. 2014.

IPECE. **Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará**. Índice de Desenvolvimento Municipal, publicações 1999 e 2010. Disponível em: <<http://www.ipece.ce.gov.br>> Acesso em: 10 mar. 2014.

IPECE. **Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará**. Índice de Desenvolvimento Municipal (IDM) Ceará 2008. Disponível em: <<http://www.ipece.ce.gov.br>> Acesso em: 19 mar. 2014.

IPECE. **Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará**. Ceará em Números 2012. Disponível em: <<http://www.ipece.ce.gov.br>> Acesso em: 11 mar. 2014.

IPECE. **Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará**. Perfil básico municipal de Fortaleza, 2011. Disponível em: <http://www.ipece.ce.gov.br/publicacoes/perfil_basico/pbm-2011/Fortaleza.pdf> Acesso em: 14 mar. 2014.

JACIARA, M. R. C.; SÉRGIO P. L.; MELO, L. B.; HELENA, M. C. S. **Impacto de variáveis climáticas sobre a notificação de casos de dengue: modelo de efeitos mistos**. IV Simpósio Internacional de Climatologia – SIC, João Pessoa – Paraíba. 2011.

JOHANSEN I. C.; CARMO R. L. **Dengue e falta de infraestrutura urbana na Amazônia brasileira: o caso de Altamira (PA)**. Novos Cadernos NAEA. 2012; 15(1):179-208.

MAGALHÃES, G. B. **A influência da precipitação na proliferação da dengue e leptospirose em Fortaleza-CE**. In: Seminário Nacional Governança Urbana e Desenvolvimento Metropolitano, 2010, Natal.

MATO GROSSO DO SUL, Secretaria de Estado de Saúde de MS/SES. **Boletim Epidemiológico nº11, Dengue – Semana 1 a 12. 2013**. Disponível em: <http://www.saude.ms.gov.br/index.php?templat=vis&id_comp=544&id_reg=200928&site_reg=116&id_comp_orig=544> Acesso em: 16 mar. 2014.

MENA, N. et al. **Factores asociados con la incidencia de dengue en Costa Rica**. Revista Panamericana de Salud Pública 29:234-242. Disponível em: <<http://www.scielosp.org/pdf/rpsp/v29n4/04.pdf>> Acesso em: 15 fev. 2014.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Cartilha dengue. 2011**. Disponível em: <http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/flash/cartilha_dengue.html> Acesso em: 10 mar. 2014.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Doenças Infecciosas e Parasitárias: guia de bolso**. 6 ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2005.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Ministério da Saúde divulga novos dados sobre a dengue no país.** 2011. Disponível em: <<http://portalsaude.saude.gov.br/index.php/profissional-e-gestor/vigilancia/noticias-vigilancia/172-noticias-anteriores-vigilancia/8051>> Acesso em: 02 mar. 2014.

MINISTÉRIO DA SAÚDE, Secretaria de Vigilância em Saúde. **Guia de vigilância epidemiológica.** 6ª Brasília: MS; 2005.

MINISTERIO DE SALUD, COSTA RICA. **Vigilancia de la Salud.** San José, Costa Rica. Disponível em: <<http://www.ministeriodesalud.go.cr/>> Acesso em: 21 jan. 2014.

NATHAN, M. B.; DAYAL-DRAGER, R. **Recent epidemiological trends, the global strategy and public health advances in dengue.** In: UNDP, UNICEF, World Bank, WHO. Report of the Scientific Working Group Report on Dengue. Geneva: World Health Organization, p. 30-34, 2007.

OLIVEIRA, E. DA S.; AMARAL, L. P. **Estudo da relação dos fatores climáticos e casos de dengue no município de Assis Chateaubriand, Paraná.** Rev. Engenharia Ambiental - Espírito Santo do Pinhal, v. 8, n. 2, p. 171-181. 2011.

OMS-ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Dengue guidelines for diagnosis, treatment, prevention and control,** 2009. Disponível em: <http://whqlibdoc.who.int/publications/2009/9789241547871_eng.pdf> Acesso em: 25 jan. 2014.

PAULA, E. V. **Evolução espaço-temporal da dengue e variação termopluviométrico no Paraná: uma abordagem geográfica.** R. RA'E GA, Editora UFPR. n. 10, p. 33 – 48, 2005.

PONTES, R. J. S & RUFFINO-NETTO, A. **Dengue em localidade urbana da Região Sudeste do Brasil: Aspectos epidemiológicos.** Revista de Saúde Pública, v.28, nº3, p. 218-227, 1994.

_____. **PROJETO ORLA – Fortaleza.** Fortaleza, 2006.

REITER, P. **Oviposition and dispersion of *Aedes aegypti* in an urban environment.** *Bull SocPatholExot.* 1996; 89 (2):120-2.

RIBEIRO, A. F. et al. **Associação entre incidência de dengue e variáveis climáticas.** Rev Saúde Pública 2006; 40:671-6.

ROUQUAYROL, M. Z. **Epidemiologia e saúde.** 4. ed. Rio de Janeiro: MEDSI, 1994. P540.

ROSA-FREITAS, M. G. et al. **Exploratory temporal and spatial distribution analysis of dengue notifications in Boa Vista, Roraima, Brazilian Amazon, 1999-2001.** *Dengue Bulletin.* 2003; 27:63-79.

RUBIO-PALIS, Y. et al. **Influencia de las variables climáticas en la casuística de dengue y la abundancia de *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) en Maracay, Venezuela.** *Boletín de Malariología y Salud Ambiental* 2011; v. 51, n 2; p 145-157. Disponível em: <<http://www.scielo.org.ve/pdf/bmsa/v51n2/art04.pdf>> Acesso em: 22 jan. 2014.

SCHNEIDER, J.; DROLL, D. **A timeline for dengue In the Americas to December 31, 2000 and noted first occurrences.** June, 2001. Disponível em: <http://www.paho.org/English/HCP/HCT/dengue_timeline.xls> Acesso em: 11 fev. 2014.

SHAWANA, S. M. et al. **Análise da associação entre variáveis meteorológicas e a incidência de dengue na região noroeste do Rio Grande do Sul: estudo de caso da cidade de Giruá.** XVI Congresso Brasileiro de Meteorologia, Belém – Pará. 2010. Disponível em: <http://www.cbmet2010.com/anais/artigos/509_67070.pdf> Acesso em: 27 jan. 2014.

SHEPARD, D. S.; COUDEVILLE, L.; HALASA, Y. A. et al. **Economic impact of dengue illness in the Americas.** The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene, v. 84, n. 2, p. 200-207, 2011. doi: 10.4269/ajtmh.2011.10-0503.

SIERRA, L. M. Q. **La incidencia del cambio climático en el cumplimiento de las metas del milenio en cuanto al dengue y la malaria.** IV Congreso Iberoamericano sobre Desarrollo y Ambiente, Bogotá – Colômbia. 2009.

SILVA, J. S.; MARIANO, Z. F.; SCOPEL, I. **The influence of the urban climate in the proliferation of the mosquito Aedes aegypti in Jataí (GO) in the perspective of the medical geography.** Hygeia, v. 2, n. 5, p. 33-49, 2008.

SOUSA, A. J. S. et al. **Estudo comparativo entre a precipitação pluviométrica mensal e o número mensal de casos dengue notificados em Belém - PA (1998-2003).** 2012. Disponível em: <<http://www.cbmet.com/cbm-files/22-1dc7d76130c308f469d7cc60f85dc3db.doc>> Acesso em: 10 mar. 2014.

TAUIL, P. L. **Aspectos críticos do controle do dengue no Brasil.** Cad Saúde Pública 2002; 18: 867:871. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/csp/v18n3/9314.pdf>> Acesso em: 22 fev. 2014.

TORRES, J. **El dengue en América Latina: ¿una situación única?** Universidad Central de Venezuela; 2002. Disponível em: <<http://caibco.ucv.ve/caibco/vitae/VitaeDieciocho/Articulos/Infectologia/ArchivosHTML/dengue.pdf>> Acesso em: 15 fev. 2014.

ZANELLA, M. E.; OLÍMPIO, J. L. S.; DANTAS, E. W. C. **A vulnerabilidade natural e ambiental do município de Fortaleza/CE.** Boletim Goiano de Geografia (Online), v.31, p. 13-27, 2012. Disponível em: <<http://www.revistas.ufg.br/index.php/bgg/article/view/16842>> Acesso em: 11 mar. 2014.

**APÊNDICE A – ESTIMATIVA DE MÍNIMOS QUADRADOS ORDINÁRIOS DA
REGRESSÃO MÚLTIPLA ENTRE O NÚMERO CASOS NOTIFICADOS DA
DENGUE E VARIÁVEIS CLIMÁTICAS PARA CIDADE DE FORTALEZA NO
PERÍODO DE 2007 – 2013**

	Coefficiente de Regressão	Erro-padrão	Teste-t	Significância
Precipitação	-2,427	4,872	-0,498	0,620
Temperatura média	-1074,804	668,959	-1,607	0,112
Umidade relativa do ar	284,172	144,419	1,968	0,053
Constante	10328,156	20380,883	0,507	0,614

Fonte: Elaborado pelos Autores.