



Interação entre fatores socioeconômicos ambientais e ocorrência de casos da dengue no Ceará

Relationship between socioeconomic and environmental factors and the occurrence of dengue fever in Ceará

Wesley Leitão de SOUSA [1](#); Moisés Dias Gomes de ASEVEDO [2](#); Jair Andrade de ARAÚJO [3](#); Jeronimo Marcelino DIAS [4](#)

Recibido: 01/10/16 • Aprobado: 16/10/2016

Conteúdo

- [1. Introdução](#)
- [2. A dengue e fatores socioeconômicos ambientais](#)
- [3. Procedimentos metodológicos](#)
- [4. Resultados e discussões](#)
- [5. Considerações finais](#)

[Referências](#)

RESUMO:

O artigo objetiva analisar o impacto das variáveis socioeconômicas ambientais na notificação dos casos de dengue em municípios cearenses durante o período de 2002 a 2012. Utilizou-se o modelo de regressão de dados em painel. As variáveis eleitas foram: agentes de combate a endemias, acesso à água, cobertura de saneamento, precipitação pluviométrica, PIB municipal e unidades de saúde. O trabalho evidenciou que os agentes de combate a endemias parece ser uma importante ferramenta de combate a dengue, portanto compete ao governo do estado do Ceará investir nas condições adequadas para melhoria e contratação de mais agentes.

Palavras-chave: Dengue, Modelo de Dados em Painel, Agentes de Combate a Endemias

ABSTRACT:

The goal of this article is to analyse the impact between socioeconomic and environmental factors concerning cases of dengue in Ceará districts over the period of 2002 until 2012. For this study a panel regression model data was used, with the variables are: endemic disease control agents, domestic water supplies, basic sanitation, rainfall, municipal GDP and health units. In this study the endemic disease control agents seems to be one of the most important tools against dengue outbreaks. Therefore, the Government of the State of Ceará needs to hire more endemic disease control agents or offer better conditions for these works.

Keywords: Dengue, Panel Data Models, Endemic Disease Control Agents.

1. Introdução

A dengue é uma doença globalmente difundida que acomete milhões de pessoas anualmente; em seu combate, especificamente, aos sorotipos virais, são desenvolvidas e testadas vacinas, de forma que resultados satisfatórios serão observados no longo prazo. No entanto, a prevenção é a maneira mais eficiente no combate à doença.

De acordo com Stoddard e outros (2013), as transmissões da dengue resultam da interação entre pessoas, mosquitos, vírus e fatores ambientais. Entretanto, o movimento de pessoas entre localidades amplifica a propagação do vírus. Na prevenção a doença observa-se o trabalho desempenhado pelos agentes de combate a endemias.

Além do combate e prevenção a doença, desenvolvidos por agentes de combate a endemias; práticas de educação ambiental buscam conscientizar a população quanto ao descarte inadequado de resíduos sólidos (recipientes artificiais para reprodução do mosquito). Mesmo com as campanhas realizadas pelos agentes e práticas de educação ambiental, o cenário da doença continua desfavorável em inúmeros países, como o Brasil.

No Brasil, a dengue é uma ameaça permanente sobre os estados. Ainda que estudos sejam conduzidos; desenvolvendo e ampliando tecnologias para reduzir ou eliminar as populações do mosquito, no longo prazo, em virtude do lapso das vacinas e terapias específicas, o controle do vetor constitui a maneira mais eficiente para redução da doença. Porém, segundo Rafaele e outros (2015), a ocorrência de ciclos epidêmicos da dengue no Brasil reforça que o controle por meio das políticas de vigilância a níveis municipais são insuficientes.

Na formulação de políticas de combate ao vetor da dengue faz-se necessário compreender como a ecoepidemiologia do mosquito é afetada pela interação com variáveis socioeconômicas ambientais.

Na literatura, diversos estudos têm por objetivo discutir e avaliar em específico tal interação, dentre eles: Amaral e outros (2010), Vinent e outros (2012), Barcellos (2014) e Taranto e outros (2015). De modo geral, as pesquisas se limitam a avaliar a influência de um único tipo de variável (ambiental, social ou econômica) na propagação de casos da dengue. Este estudo diferencia-se dos demais por avaliar de maneira holística a influência das variáveis supracitadas em casos da doença para o estado do Ceará.

O mosquito *Aedes aegypti* surgiu no Ceará na década de 1950; transmitindo a febre amarela. A doença foi erradicada e o mosquito reintroduzido em 1984. De acordo com a Secretaria de Saúde do Estado do Ceará (2015), a dengue é considerada endêmica na região há no mínimo duas décadas e para 2015 foram registrados 63.777 prováveis casos, 847 casos graves, com média de idade para os graves de 25 anos. Em 2015 foram isolados três sorotipos virais: DENV- 01, DENV- 03 e DENV- 04.

Neste contexto, surge a seguinte indagação: quais os impactos de variáveis socioeconômicas ambientais em casos notificados da dengue? Portanto, o presente trabalho tem o objetivo de analisar o impacto de tais variáveis em municípios cearenses durante o período de 2002 a 2012.

Na sequência serão levantadas algumas considerações sobre as variáveis empregadas na composição deste estudo. Em seguida, os principais procedimentos metodológicos serão discutidos, na abordagem do modelo de dados em painel. Por fim, os principais resultados serão descritos e argumentados, chegando-se às conclusões.

2. A dengue e fatores socioeconômicos ambientais

Antonio-Arreola e Sanchez (2012) coadunam que as enfermidades transmitidas por vetores se encontram entre as causas de maior mortalidade ao redor do mundo, e a dengue contribui de forma significativa para essa constatação. Essa doença possui rápida proliferação associada a um significativo impacto na saúde pública.

Considerada uma doença bastante complexa, pois no continente americano, a exceção de Uruguai, Chile continental e Cuba, a mesma é endêmica e em regiões com a inserção da variante hemorrágica conforme mostrado por Vinent e outros (2012). O mosquito *Aedes aegypti* é vetor de outras enfermidades como: febre amarela, *chikungunya* e *zika* vírus, as duas últimas atualmente presentes no cenário brasileiro.

Vinent e outros (2012) ainda asseveram que em 2010, mais de 1,8 milhões de casos foram notificados no continente americano, dos quais 45 mil corresponderam à forma grave com taxa de mortalidade de 2,6 %. Toan e outros (2015) mostra que em todo mundo foram infectados 9,6 milhões de habitantes, ou seja, um oitavo da população mundial dos infectados se encontra no continente americano.

Taliberti e Zuchi (2010) mostram que, no Brasil, a dengue ocorre de forma prosseguida, intercalando-se as epidemias e introdução de novos sorotipos (*chikungunya* e *zika* vírus), em áreas que outrora se

apresentavam ilesas à contaminação.

Dados apresentados pelo Ministério da Saúde (2016) revelam que em 2016, até a Semana Epidemiológica (SE) 9, foram registrados 495.266 casos prováveis da dengue no país; as regiões Centro-Oeste e Sudeste apresentaram as maiores incidências: 406,8 casos 100 mil/hab. e 326,7 casos 100 mil/hab., mantendo a tendência de 2015. A região nordeste notificou 18,6% dos casos até a SE 9.

Na perspectiva de Vinent e outros (2012) e Caprara e outros (2009) existem diversos fatores socioeconômicos e ambientais que interferem na transmissão da doença, entre eles, menciona-se: baixas condições de renda, acesso insuficiente a água, precipitação pluviométrica e falta de saneamento básico. Portanto, será realizada uma breve contextualização de tais variáveis e de como elas podem influenciar na notificação de casos da doença no Ceará.

Como direito básico e essencial do ser humano, o acesso à água potável é por vezes negado a uma parcela significativa da população, conforme mostraram Razzolini e Gunter (2008). Howard e Bartram (2003) salientam que um acesso digno a água se dá quando a fonte do recurso está a até um quilômetro de distância da residência familiar e o tempo de acesso se dá mediante, no mínimo, 30 minutos, cujo suprimento per capita é de, aproximadamente, vinte litros por habitante ao dia.

Horta e outros (2014) mostram que o deficiente ou inexistente abastecimento de água obriga a população a armazená-la para consumo posterior. Por consequência, a água estocada, em recipientes improvisados, possibilita a formação de criadouros do vetor transmissor da doença.

Nesse sentido, deve-se considerar que um abastecimento de água eficiente pode auxiliar na redução dos casos da dengue em determinada região. Contudo, as condições de saneamento básico também influenciam na qualidade da água que é ofertada a população local.

Rabba e outros (2013) definem que o saneamento básico como num conjunto de medidas adotadas numa localidade para melhoria da qualidade de vida e saúde dos habitantes, impedindo a proliferação de doenças.

O uso da água em condições sanitárias inadequadas decorre primariamente, segundo Amaral e outros (2003), do manuseio, higiene e ambiente no qual a família se insere, porém, de forma secundária, mas não menos importante, a presença de vetores de doenças.

Rabba e outros (2013) retoma que a ausência de rede coletora de esgoto, a não manutenção da drenagem de galerias pluviais, o acondicionamento inadequado dos dejetos, que são dispostos a céu aberto contribuem para formação de criadouros do *Aedes aegypti*.

Por outro lado, a precipitação pluviométrica também é uma variável importante para a proliferação do mosquito. Segundo Horta e outros (2014), no Brasil, país de clima tropical, a incidência de surtos da dengue, ocorre, devido às condições climáticas para a reprodução do mosquito transmissor, que prevalece no clima chuvoso e úmido.

Souza e outros (2012) e Chandy e outros (2013) concordam que altas temperaturas e clima úmido aumentam a longevidade do *Aedes aegypti* e, por consequência, a possibilidade de transmissão da doença. Esse tipo de ambiente é propiciado mediante alta precipitação pluviométrica.

No presente artigo, pretende-se abordar a precipitação pluviométrica como variável que afeta a incidência da dengue no estado do Ceará, sob a hipótese de que conforme aumenta o volume das precipitações, elevam-se os casos da dengue.

O governo, por sua vez, tem papel importante no combate às doenças endêmicas, como a dengue. Entre os pontos primordiais que podem ser estudados em sua eficácia no combate à dengue pode-se mencionar: construção de unidades de saúde e contratação de agentes de combate às endemias.

Consoante Horta e outros (2014), o crescimento urbano pode afetar negativamente a saúde da população, quando não se exerce uma política adequada de planejamento, deixando parte da população à mercê das doenças, sem acesso a água, saneamento ou renda.

Na perspectiva de Taliberti e Zucchi (2010) o cenário de aumento populacional se agrava quando não há estrutura de saúde eficiente para atender a demanda populacional, onde muitos municípios não possuem unidades de saúde para atender a população, ou mesmo os que possuem se encontram em condições precárias de atendimento.

As unidades de saúde apresentam funções de tratar os pacientes e informar a comunidade sobre os cuidados necessários a prevenção de doenças. Enquanto variável; trabalha-se sobre a hipótese da mesma ser importante para a redução dos casos da dengue no Ceará. Porém, existe a hipótese da população desconhecer a função educativa das unidades de saúde, sendo desta forma considerada consequência dos casos da dengue e de outras doenças, tornando a relação positiva, pois a construção de unidades de saúde esta relacionada com a necessidade de suprir a demanda de pacientes.

Conforme já definido, não há método eficaz para evitar a proliferação do mosquito. Entretanto, países como Cuba e México, apresentados em estudos anteriores, respectivamente, por Vinent e outros (2012) e Jimenez-Sastré e outros (2011), adotam programas de vigilância, prevenção e controle, por meio da participação de pessoas da comunidade nas residências orientando sobre os riscos da doença.

Uns dos importantes mecanismos de vigilância são os agentes de combate a endemias que, consoante Helena e outros (2014), atuam no controle da dengue e outras doenças; realizam visitas domiciliares e peridomiciliares, identificando locais de criadouros do mosquito. Contudo, nem sempre obtém resultados satisfatórios em seu trabalho, pois um maior número de agentes não implica em menor número de casos naquela região.

Helena e outros (2014) ainda asseveram que dentre os fatores determinísticos na melhoria do rendimento dos agentes destacam-se: adequações locais satisfatórias; redução da área de atuação de cada agente (não sobrecarregando atividades) e maior remuneração salarial, pois o agente assume uma gama de atividades maior do que sua rotina de trabalho.

Neste sentido, o presente artigo trabalhará os casos da dengue no estado do Ceará, abordando como o abastecimento de água, o saneamento básico, a precipitação pluviométrica, unidades de saúde e a contratação de agentes de combate a endemias influenciaram nos casos da dengue nos municípios cearenses no período de 2002 a 2012.

3. Procedimentos metodológicos

3.1 Base de dados

Quadro 1. Descrição das Variáveis Empregadas na Pesquisa

Variáveis	Descrição
Casos notificados da dengue (<i>Denit</i>)	Casos confirmados da dengue por município.
Agente de combate a endemias (<i>Ageit</i>)	Profissional de saúde ligado ao Sistema Único de Saúde (SUS) por município.
Precipitação pluviométrica (<i>Preit</i>)	Precipitação pluviométrica (mm), por município.
Abastecimento de água (<i>Águait</i>)	Taxa de cobertura (%) do serviço de água por município.
Rede coletora de esgoto (<i>Esgit</i>)	Taxa de cobertura (%) do serviço de esgoto por município.
PIB per capita (<i>PIBit</i>)	Produto Interno Bruto a preços de mercado (R\$ mil).
Unidades de Saúde (<i>Undit</i>)	Unidades de saúde ligadas ao (SUS), segundo os municípios.

Fonte: Elaborado pelos Autores.

A base de dados obtida neste estudo foi organizada pelo Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Estado do Ceará (IPECE); os dados estão dispostos anualmente para os anos de 2002 a 2012 nos 184 municípios cearenses.

Com o objetivo de verificar o impacto decorrente das variáveis independentes sobre o número de casos notificados da dengue foi estimada uma regressão linear múltipla com dados em painel, sendo as variáveis apresentadas e descritas conforme o Quadro 1. A primeira variável é definida como dependente; as demais independentes.

3.2 Análise descritiva dos dados

Apresentada a base de dados, dar-se-á início à exploração da mesma, por meio das estatísticas descritivas, Tabela 1. Com base nos valores observados para *Den_{it}*, a média é de $147 \pm 1493,55$ casos por município. As dez maiores notificações de casos da dengue foram registradas na cidade de Fortaleza, município mais desenvolvido e urbanizado do estado. Entre 2002 e 2012, ao menos 55 municípios registraram um caso da doença.

Estatísticas descritivas	<i>Den_{it}</i>	<i>Pre_{it}</i>	<i>Água_{it}</i>	<i>Esg_{it}</i>	<i>PIB_{it}</i>	<i>Age_{it}</i>	<i>Und_{it}</i>
Média	146,59	914,1	84,25	11,26	3911	67,79	16,95
Desvio-padrão	1493,55	418,13	18,31	19,25	2860,94	132,29	24,37
Máximo	38974	2555,2	100	99,83	39997,39	2843	444
Mínimo	0	0	0	0	1271,52	0	1
Coefficiente de Variação (%)	1018%	45%	21%	170%	73%	195%	143%

Das 2024 observações pluviométricas, 55% tiveram valor inferior a média histórica de precipitação (2002-2012). O maior volume de chuva foi notificado no município de Ubajara (2555,2 mm) e durante o período avaliado, 16 municípios não registraram precipitação em ao menos um de seus anos. Enfatizando o ano de 2008, onde Fortaleza notificou o segundo maior número de casos da dengue (33.845) e 0 mm de precipitação durante mesmo ano.

Quanto a *Água_{it}*, a média da cobertura para os municípios é de 84,25%. Entretanto, o valor não reflete a totalidade dos municípios. Das observações referentes à *Água_{it}*, 1947 tem taxa inferior a 60%. Até 2011, 33 municípios não apresentaram cobertura de água; em 2012 somente Banabuiú não teve cobertura.

No tocante a *Esg_{it}* observou-se baixa cobertura oferecida aos municípios da região. A *Esg_{it}* para Fortaleza diminuiu entre 2002-2012; devido ao crescimento sem planejamento que não acompanhou o mesmo nível de infraestrutura. A cidade de Jaguaribara experimentou decréscimo no valor da Taxa de cobertura (%) – esgoto; possível reflexo do crescimento da população na zona rural, onde não há cobertura de saneamento básico. Para 2012, 90 municípios tiveram cobertura de saneamento básico.

	MQO	Arellano-Bond	Efeito Fixo	Efeito Aleatório	Efeito Fixo em 1ª Diferença
DenL_{it}		-0,0825449 (0.000)			
<i>Age_{it}</i>	-8,628997 (0.000)	-24,20343 (0.000)	-17,57763 (0.000)	-8,628997 (0.000)	-14,59334 (0.000)
<i>Pre_{it}</i>	-0,1512415 (0.000)	0,0048378 -0,896	-0,053746 -0,182	-0,1512415 (0.000)	-0,1930693 -0,005
<i>Água_{it}</i>	-0,0000318 (0.000)	-0,0001695 (0.000)	-0,0001323 (0.000)	-0,0000318 (0.000)	-0,0001291 (0.000)
<i>Esg_{it}</i>	-0,0000637 (0.000)	0,0000454 (0.000)	0,0000146 -0,093	-0,0000637 (0.000)	-0,0001394 (0.000)
<i>PIB_{it}</i>	1,35E-06 (0.000)	2,94E-06 (0.000)	2,28E-06 (0.000)	1,35E-06 (0.000)	1,49E-06 (0.000)
<i>Und_{it}</i>	23,81801 (0.000)	44,25549 (0.000)	30,28017 (0.000)	23,81801 (0.000)	19,05069 (0.000)
Constante	253,3598 (0.000)	754,1562 (0.000)	681,6761 (0.000)	253,3598 (0.000)	1083,577 (0.000)

A média do PIB per capita é de R\$ 3911. Valor máximo em 2010 de R\$ 39997,39 e mínimo para o município de Catarina no valor de R\$ 1271,52. O PIB per capita foi tomado em consideração para esta pesquisa, pois regiões com maior PIB per capita experimentam maior grau de urbanização, a dengue é tipicamente urbana e tal fato corrobora na propagação dos casos.

Em relação à *Age_{it}* a média do número de agentes para os municípios é de 67,79. Enaltece-se que existem municípios com elevado número de agentes e regiões que não apresentaram agentes, como em Uruburetama (2006) e Alcântaras (2003). Nem por isso notificaram elevados casos da dengue (seis notificações cada).

Fortaleza apresentou a maior quantidade de unidades de saúdes, seguido de Juazeiro do Norte. Das 2024 observações a respeito do número de unidades, 43% obtiveram valor inferior a 10 unidades. As unidades de saúde não atuam diretamente no controle da doença, clinicam e medicam usuários, portanto a influencia das unidades no combate a doença possa não ser percebida no modelo econométrico. Optou-se por abordar o Coeficiente de Variação (CV) por último, pois os resultados para todas as variáveis foram similares.

O Coeficiente de Variação (CV) é definido por Triola (2013) como uma medida de dispersão relativa que descreve a relação entre o desvio-padrão (DP) e média de determinada variável. Seu resultado é expresso em porcentagem (%) e quanto menor seu valor mais homogêneo será o conjunto de dados. Mediante os valores de CV conclui-se que o conjunto de dados é heterogêneo, pois nenhum dos CV é sequer próximo à zero. Fato observado por meio do DP, onde o DP (casos da dengue) é dez vezes maior que a média do número de casos, ou para *Água_{it}* que possui DP 4,5 vezes inferior a sua média.

3.2 Modelo de dados em painel

Os dados em painel também são chamados de dados combinados (combinação de séries temporais e observações em corte transversal). Nos dados em painel, a mesma unidade de corte transversal é acompanhada ao longo do tempo. Em síntese, conforme afirma Gujarati (2006), os dados em painel têm dimensão espacial e outra temporal.

Segundo Gujarati (2006), modelos em painel proporcionam dados mais informativos, mais variabilidade e menos colinearidade entre as variáveis, mais graus de liberdade e mais eficiência.

$$Y_{it} = \alpha + X_{it}\beta + v_i + z_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

Onde v_i representa os efeitos específicos, ou características, das unidades que não variam ao longo do tempo; z_t são as características que variam no tempo t ; e ε_{it} o termo de erro.

O modelo acima fornece dois modelos típicos estimados conforme as pressuposições feitas em relação a possível correlação entre o termo de erro e as variáveis explicativas X_{it} : o modelo de efeitos fixos e modelo de efeitos aleatórios.

Na perspectiva de Stock e Watson (2004), o modelo de efeitos fixos pode ser utilizado quando há duas ou mais observações temporais para cada entidade; é empregado para controlar variáveis omitidas nos dados em painel quando elas variam entre unidades, mas não ao longo do tempo.

Gujarati (2006) sustém que o intercepto α_i do modelo de regressão ($Y_{it} = \alpha_i + X_{it}\beta + \varepsilon_{it}$), no modelo de efeitos fixos, pode diferir entre indivíduos, porém cada intercepto individual não se altera ao longo do tempo. Essa diferenciação ocorre, segundo Greene (2012), por meio da inclusão de variáveis dummy no modelo a ser estimado.

Uma alternativa ao modelo de efeitos fixos é o modelo de correção dos erros ou modelo de efeitos aleatórios. Neste modelo o intercepto individual é uma extração aleatória de uma população muito maior com valor médio constante. A vantagem do modelo de correção dos erros em relação ao modelo de efeitos fixos é que é econômico em graus de liberdade, já que não se estima N interceptos individuais. O modelo de correção dos erros é adequado a situações em que o intercepto de cada unidade do corte transversal não é correlacionado com os regressores, conforme afirmou Gujarati (2006).

Dado o modelo de efeitos aleatórios $Y_{it} = X_{it}\beta + \mu_{it}$ seu estimador considerará o erro combinado, ou seja, $\mu_{it} = \alpha_i + \varepsilon_{it}$. Maddala (2004) e Gujarati (2006) concordam que se assume o pressuposto de que α_i seja independente e identicamente distribuído com variância σ_α^2 e que ε_{it} seja, também, independente e identicamente distribuído, com variância σ_ε^2 . Desta forma, o modelo de efeitos aleatórios considera a correlação serial no erro.

Assumindo a correlação dos erros e que os estimadores de mínimos quadrados ordinários (MQO) são ineficientes, o método mais adequado, neste caso, para estimar a correlação entre os erros de cada unidade é um estimador de mínimos quadrados generalizados (MQG), conforme concordaram Pyndick e Rubinfeld (2004); Maddala (2004) e Gujarati (2006).

Pyndick e Rubinfeld (2004) abordam que o teste de Hausman pode ser empregado para decidir entre o uso do modelo de efeitos fixos e do modelo de correção dos erros, compara os parâmetros obtidos com o modelo de efeitos fixos com aqueles obtidos nas estimativas de MQG (modelo de efeitos aleatórios).

A estatística do teste é obtida a partir da seguinte equação:

$$H = (\hat{B}_{EA} - \hat{B}_{EF})' (\Sigma_{EF} - \Sigma_{EA})^{-1} (\hat{B}_{EA} - \hat{B}_{EF}) \quad (2)$$

O valor de \hat{B}_{EA} representa o vetor de coeficientes estimados pelos efeitos aleatórios e \hat{B}_{EF} , o vetor de coeficientes estimados por efeitos fixos; Σ_{EF} e Σ_{EA} são as matrizes de covariância dos modelos de efeitos fixos e efeitos aleatórios, respectivamente.

A hipótese nula do teste diz que os estimadores de efeitos fixos e de efeitos aleatórios não diferem. Com a hipótese nula rejeitada, o modelo de efeitos aleatórios não é adequado e é preferível empregar o modelo de efeitos fixos.

Contudo, antes da aplicação do teste de Hausman, é realizado o teste de Chow que testa opções entre o modelo pool (hipótese nula do teste) ou o modelo de efeitos fixos (hipótese alternativa). Caso

a hipótese alternativa seja confirmada, o teste de Hausman é executado.

A fim de verificar a aplicabilidade do modelo de efeitos aleatórios, o teste do multiplicador de Lagrange proposto por Breusch e Pagané foi empregado. O teste verifica a melhor opção entre o modelo pool (hipótese nula) ou modelo de efeitos aleatórios (hipótese alternativa).

Com os testes aplicados, o modelo é definido e estimado; fazendo as correções necessárias para problemas de autocorrelação e heterocedasticidade obtidas a partir de erros padrões robustos. Realizados os procedimentos, serão discutidos os principais resultados obtidos na regressão realizada.

Os modelos propostos das regressões serão processados em *software* eletrônico de estimação de modelos econométricos. A fim de obter melhores estimações no modelo de regressão de dados em painel multiplicou-se a estimativa populacional anual dos municípios pelas seguintes variáveis: *Águait*, *Esgit* e *PIBit*. Assim, captou-se a parcela da população que foi atendida pela cobertura de água e esgoto, além de estimar o PIB municipal.

4. Resultados e discussões

Os resultados do teste de Chow indicaram que, para todas as regressões, o modelo de efeitos fixos é o mais adequado em detrimento do modelo *pooled*, com nível de significância de 1% ($p=0,00$).

O teste de Hausman corroborou a adoção do modelo de efeitos fixos como o mais adequado para o desenvolvimento deste trabalho, considerando-se um nível de significância de 1% ($p=0,00$).

O teste de Sargan indicou com nível de significância de 1% ($p=0,00$) a rejeição da hipótese nula que menciona a necessidade da inclusão de variáveis instrumentais. Assim, deu-se prosseguimento com o modelo de efeitos fixos.

A Tabela 2 fornece o resultado dos coeficientes estimados para as variáveis que impactam nos casos da dengue nos diferentes modelos estimados:

Com a escolha do modelo de efeitos fixos foram aplicados, respectivamente, os testes de Wald e Wooldridge para verificar a existência de heterocedasticidade e autocorrelação. Os resultados apontaram com nível de significância de 1% ($p=0,00$) que não se pode aceitar a hipótese nula da ausência de autocorrelação e heterocedasticidade. Portanto, estimou-se o modelo fixo em primeira diferença para correção de tais problemas.

Mediante os resultados apresentados na Tabela 2 a primeira variável a ser analisada será: *Ageit* ($p=0,00$). Verifica-se a existência de relação negativa entre *Ageit* e casos da dengue, na ordem de 14,59. Pode-se retirar a ilação que a vigilância, prevenção e fiscalização das residências por parte destes profissionais são uma importante medida para o combate à doença.

Na relação entre *Undit* ($p=0,00$) e casos notificados da dengue; observou-se relação positiva na grandeza de 22,10. Entretanto, é necessário salientar que as *Undit* oferecem serviços informativos e de atendimento a enfermidades, que costumam não serem solicitados para fins de prevenção. Logo, a construção de unidades de saúde está relacionada a regiões afetadas por doenças. Corrobora-se que as *Undit* não atuam diretamente no combate a doença, como no caso dos agentes de combate a endemias.

Por meio da Tabela 2 afere-se que o aumento do *PIBit* ($p=0,00$) na ordem de 106 implica em aumento de aproximadamente 1,5 casos da dengue. Quanto maior o PIB municipal, mais casos da doença; fato relacionado à distribuição de riqueza, pois num país assolado por desigualdade e má distribuição de renda considera-se que um município mais rico não necessariamente está imune a doenças. Os menos favorecidos privados dos bons padrões de desenvolvimento e condições de vida padecem em condições favoráveis à proliferação da doença.

Um singular resultado se apresenta na variável *Preit* ($p<0,01$). Observou-se uma relação negativa entre as variáveis com coeficiente de -0,193. Entretanto, como proposto para a variável *Undit* deve-se avaliar o real significado do resultado. Em estudos realizados por Jimenez-Sastre, e outros (2011) em Villahermosa (México) e por Souza, e outros (2007) para o estado da Paraíba verificaram que o aumento no número de casos da doença está associado a elevação no volume de chuvas. Conclusões que não corroboram com os resultados obtidos para esta pesquisa. Por ter enfrentado um período de seca é possível que o volume de chuvas não tenha sido suficiente para que a água acumule em recipientes artificiais ou para que os ovos do inseto eclodam.

A variável *Águait* ($p=0,00$) apresentou resultados esperados nessa pesquisa; confirmando conclusões tomadas por Caprara e outros(2009) em estudo para o nordeste brasileiro. O coeficiente encontrado implica em quanto maior a taxa de cobertura (%) – água menos casos da dengue um município irá notificar (pois a população acumulará menos água em recipientes). No caso de um município, a cada dez mil habitantes com acesso a água o número de casos da dengue poderá diminuir na ordem de aproximadamente um.

Para o modelo proposto, a variável *Esgit* ($p=0,00$), teve resultado similar ao apresentado pela variável *Águait*, com coeficiente negativo. A cada dez mil habitantes com acesso a saneamento básico o número de casos da dengue diminuiria, em até um. A proximidade dos parâmetros encontrados para *Águait* e *Esgit* pode ser atribuída ao fato da entidade que oferta o acesso à água seja a mesmo que coleta o esgoto, a saber, a Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE).

5. Considerações finais

O trabalho permitiu perceber os impactos de variáveis socioeconômicas ambientais sobre a notificação de casos da dengue em municípios cearenses, considerando o período de Janeiro de 2002 a Dezembro de 2012. Os parâmetros estimados foram significativos ($p<0,01$) e apresentaram sinal esperado (a exceção da *Preit*).

A *Preit* relacionou-se de maneira inversa com os casos da dengue. É plausível que a relação direta entre as variáveis não tenha sido observada por conta da disposição anual das mesmas. Defasar a variável *Denit* em um período consiste de uma alternativa para tal correção, pois os casos da doença ocorrem como consequência das precipitações.

Pode-se perceber também os efeitos positivos do trabalho dos agentes de combate a endemias, no caso presente, sobre a notificação de casos da dengue, proporcionando assim menos casos e maior bem-estar a população.

O impacto do *PIBit* sobre os casos notificados da dengue não foi tão perceptível, conforme demonstraram os resultados, pois o aumento do *PIBit* na ordem de um milhão impactará positivamente nos casos da doença em aproximadamente 1,5. O mesmo pode ser concluído para as variáveis *Águait* e *Esgit*.

Por outro lado, ao verificar os efeitos da *Undit* sobre os casos notificados da dengue, os resultados levaram a refletir sobre a relação direta entre *Undit* e casos da dengue. A maior presença de unidades de saúde numa região está vinculada ao tamanho do município, população e diversidade de doenças na localidade, sendo a construção das unidades consequência do número de casos de enfermidades numa região, pois a mesma não atua no combate e prevenção da doença.

Desta forma, além dos investimentos governamentais na contratação de agentes de combate a endemias, o governo do estado do Ceará deve dar atenção especial à taxa de cobertura (%) – água e esgoto, principalmente nos municípios onde os níveis de desenvolvimento são baixos, dado seus impactos sobre a variável *Denit*.

Por isso, a necessidade da atuação conjunta dos agentes e população; conscientizando-os com campanhas de educação ambiental, pois além da dengue o vetor transmite a febre amarela, *chikungunya* e *zika* vírus, os dois últimos atualmente em destaque.

Referências

- AMARAL, L. A. e outros. Água de Consumo Humano como Fator de Risco à Saúde em Propriedades Rurais. Revista de Saúde Pública, v. 37, n. 1, p. 510-514, 2003.
- ANTONIO-ARREOLA, G. ; SANCHEZ, D. Efectividad Residual de Temefos en una Ciudad del Sureste Mexicano Prevalente al Dengue. Revista Cubana de Medicina Tropical, v. 64, n. 2, p. 176-186, 2012.
- BARCELLOS, C. ; LOWE, R. Expansion of the Dengue Transmission Area in Brazil: the Role of Climate and Cities. Tropical Medicine & International Health, v. 19, n. 2, p. 159-168, 2014.
- CAPRARA, A. ; LIMA, J. W. O. ; MARINHO, A. C. P. ; CALVASINA, P. G. ; LANDIM, L. P. ; SOMMERFELD, J. Irregular water supply, household usage and dengue: a bio-social study in the Brazilian Northeast. Cadernos de Saúde Pública, v. 25, n. 1, p. 125-136, 2009.

CHANDY, S. ; RAMANATHAN, K. ; MANOHARAN, A. ; MATHAI, D. ; BARUAH, K. Assessing effect of climate on the incidence of dengue in Tamil Nadu. *Indian Journal of Medical Microbiology*, v. 31, n. 3, p. 283-286, 2013.

GREENE, W. H. *Econometric Analysis*. São Paulo. Pearson, 2012.

GUJARATI, D. N. *Econometria básica*. Rio de Janeiro. Elsevier, 2006.

HELENA, L. O. C. e *outros*. Incorporação do Controle da Dengue pelo Agente Comunitário de Saúde. *Revista Brasileira de Enfermagem*, v. 67, n. 4, p. 637-645, 2014.

HORTA, M. A. ; BRUNIERA, R. ; KER, F. ; CATITA, C. ; FERREIRA, A. P. Temporal relationship between environmental factors and the occurrence of dengue fever. *International Journal of Environmental Health Research*, v. 24, n. 5, p. 471-481, 2014.

HOWARD, G. ; BARTRAM, J. *Domestic Water Quantity, Service Level and Health*. Geneva: World Health Organization, 2003.

IPECE. Anuário Estatístico do Ceará 2014. 2014. Disponível em: <http://www2.ipece.ce.gov.br/publicacoes/anuario/anuario2014/index.htm>. Acesso em: 29 nov. 2015.

JIMENEZ-SASTRÉ, A. ; BOLDO-LEÓN, X. M. ; PRIEGO-ALVAREZ, H. R. ; QUEVEDO-TEJERO, E. C. ; ZAVALA-GONZÁLEZ, M. A. Dengue en zonas inundables de Villahermosa, México. *Salud en Tabasco*, v. 17, n. 3, p. 55-62, 2011.

MADDALA, G. S. *Introdução à Econometria*. Rio de Janeiro. LTC, 2003.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Sistema de Vigilância em Saúde. 2016. Disponível em: <http://portalsaude.saude.gov.br/index.php/situacao-epidemiologica-dados-dengue>. Acesso em: 12 abr. 2016.

PINDYCK, R. S.; RUBINFELD, D. L. *Econometria: modelos e previsões*. Rio de Janeiro. Elsevier, 2004.

RABAA, M. A. ; SIMMONS, C. P. ; FOX, A. ; LE, M. Q. ; NGUYEN, T. T. T. ; LE, H. Y. ; GIBBONS, R. V. ; NGUYEN, X. T. ; HOLMES, E. C. ; AASKOV, J. G. ; MORRISON, A. C. Dengue virus in sub-tropical northern and central Viet Nam: population immunity and climate shape patterns of viral invasion and maintenance. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, v. 7, n. 12, p. 1-12, 2013.

RAFAELLE, C. G. F. ; KATIA, P. R. S. ; GERMÁN, A. ; MARIA, R. Epidemiological Scenario of Dengue in Brazil. *BioMed Research International*, v. 2015, n. 2, p. 1-13, 2015.

RAZZOLINI, M. T. P. ; GUNTER, W. M. R. Impactos na Saúde das Deficiências de Acesso a Água. *Revista Saúde e Sociedade*, v. 17, n. 1, p. 21-32, 2008.

da ROCHA TARANTO, M. F. ; PESSANHA, J. E. ; dos SANTOS, M. ; dos SANTOS P. A. A. C. ; CAMARGOS, V. N. ; ALVES, S.N. e *outros*. Dengue outbreaks in Divinópolis, south-eastern Brazil and the geographic and climatic distribution of *Aedes albopictus* and *Aedes aegypti* in 2011-2012. *Tropical Medicine & International Health*, v. 20, n. 1, p. 77-88, 2015.

SECRETARIA DE SAÚDE DO ESTADO DO CEARÁ/SESA. Coordenadoria de Promoção e Proteção à Saúde/Núcleo de Vigilância Epidemiológica/SESA/CE. 2016. Disponível em: <http://www.saude.ce.gov.br/index.php/boletins>. Acesso em: 20 fev. 2016.

SOUZA, I. C. A. ; VIANNA, R. P. T. ; MORAES, R. M. Modelagem da incidência do dengue na Paraíba, Brasil, por modelos de defasagem distribuída. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 23, n. 11, p. 2623-2630, 2007.

STOCK, J. H.; WATSON, M. W. *Econometria*. São Paulo. Addison Wesley, 2004.

STODDARD, S. T. ; FORSHEY, B. M. ; MORRISON, A. C. e *outros*. House-to-house human movement drives dengue virus transmission. *Proceedings of National Academy of Sciences*, v. 110, n. 3, p. 994-999, 2013.

TALIBERTI, H. ; ZUCCHI, P. Z. Custos diretos do programa de prevenção e controle da dengue no Município de São Paulo em 2005. *Revista Panamericana de Salud Pública*, v. 27, n.3, p.175-180, 2010.

TOAN, D. T. T. ; HOAT, L. N. ; HU, W. ; WRIGHT, P. ; MARTENS, P. Risk factors associated with an outbreak of dengue fever/dengue hemorrhagic fever in Hanoi, Vietnam. *Epidemiology & Infection*, v. 143, n. 8, p. 1594-1598, 2014.

TRIOLA, M. F. Introdução a Estatística – Atualização da Tecnologia. Rio de Janeiro. LTC, 2013.

VINENT, M. Z. ; LLAUGERT, J. C. ; SARMIENTO, A. T. ; DUANY, P. S. D. La intersectorialidad en la prevención del dengue en un área de salud de Santiago de Cuba. Revista Médica de Santiago de Cuba, v. 16, n. 2, p.175-181, 2012.

1. Graduado em Ciências Ambientais pela Universidade Federal do Ceará e mestrando em Economia Rural pela Universidade Federal do Ceará. E-mail: wesleyleitao@alu.ufc.br

2. Graduado em Ciências Contábeis pela Universidade Federal do Ceará e mestrando em Economia Rural pela Universidade Federal do Ceará. E-mail: moisesdga@gmail.com

3. Doutor em Economia pela Universidade Federal do Ceará e Professor do curso de Mestrado em Economia Rural pela Universidade Federal do Ceará. E-mail: jairandrade@ufc.br

4. Graduado em Engenharia de Pesca pela Universidade Federal do Ceará e mestrando em Economia Rural pela Universidade Federal do Ceará. E-mail: jeromadias@gmail.com

Revista ESPACIOS. ISSN 0798 1015
Vol. 38 (Nº 14) Año 2017

[Índice]

[En caso de encontrar algún error en este website favor enviar email a webmaster]

©2017. revistaESPACIOS.com • Derechos Reservados