

TEXTO PARA DISCUSSÃO N.3 ANO 1



UNIVERSIDADE
FEDERAL
DE PERNAMBUCO

Universidade Federal de Pernambuco

Alfredo Macedo Gomes (Reitor)

Moacyr Cunha de Araújo Filho (Vice-Reitor)

Programa de Pós-graduação em Economia (PPGECON)

Roberta de Moraes Rocha (Coordenadora)

Klebson Humberto de Lucena Moura (Vice-Coodenador)

Editores da série de Textos para Discussão

Monaliza Ferreira de Oliveira (PPGECON-UFPE)

<https://www.ufpe.br/ppgecon>

Textos para Discussão

A série de Textos para Discussão divulga resultados preliminares de estudos desenvolvidos na área de Economia.

As opiniões contidas nesta publicação são de exclusiva responsabilidade dos autores, não exprimindo necessariamente o ponto de vista do Programa de Pós-graduação em Economia (PPGECON), da Universidade Federal de Pernambuco.

Opinions expressed in this paper are those of the author(s) and do not necessarily reflect views of the publishers and do not necessarily reflect the views of the PPGECON-UFPE.

Condicionantes para a prevalência da síndrome congênita do Zika Vírus: uma análise do caso brasileiro

Alba Valéria Azevedo Santos¹

Raul da Mota Silveira Neto²

RESUMO

Há um forte consenso científico de que o vírus Zika é uma causa de microcefalia e outras complicações neurológicas que, em conjunto, constituem a Síndrome Congênita do Vírus Zika (SCZ) a qual tem causado enorme impacto à saúde de nossa população. O objetivo da pesquisa foi identificar e analisar os fatores associados à prevalência da SCZ nos municípios brasileiros, bem como caracterizar esta prevalência e estimar a importância dos condicionantes socioeconômicos e ambientais municipais sobre ela. A amostra foi composta por todos os municípios brasileiros com ou sem casos notificados da SCZ de 08 de novembro de 2015 a 23 de setembro de 2017. Trata-se de um Estudo Ecológico das características, fatores ou variáveis condicionantes que se relacionam nos processos que influenciam na prevalência dos casos da SCZ nos municípios brasileiros com caráter retrospectivo. O modelo econométrico de Regressão Binomial Negativo Inflado para Zeros foi o escolhido e indicou que um número maior de casos de Microcefalia não tende a ocorrer nos municípios mais pobres, menos urbanizados e mais distantes das capitais, mas ao contrário. Verificou-se uma associação positiva entre temperatura e chuvas no inverno e no verão com casos de Microcefalia e confirmou que, a simples localização do município na região Sul ao invés de no Nordeste do país reduz o número de casos confirmados de microcefalia em 1,5 casos aproximadamente.

Palavras Chave: microcefalia; emergência de saúde pública; características municipais; determinantes sociais em saúde.

ABSTRACT

There is a consensus problem about the virus Zika is a cause of microcephaly and other neurological complications that together constitute Zika SCZ Virus Congenital Syndrome is a major problem for the health of our population. The objective of the work was to identify and associated factors the prevalence of SCZ in Brazil. It is intended to characterize the Congenital Syndrome of the Zika Virus in Brazilian municipalities and to estimate the influence of our symptoms in this epidemic. The edition was made by all Brazilian municipalities with the number of cases reported from SCZ from November 8, 2015 to September 23, 2017. It is an Ecological Study of the characteristics, factors or conditioning variables that are related in the processes that influence the season of SCZ cases in Brazilian municipalities with a retrospective character. The economic model of Inflation Negative Binomial Regression for Zeros was indicated and indicated as a greater number of cases of Microcephaly is not a common case in the poor, less urbanized and farther away from the capitals, but in reverse. It was verified that the absence of one year

¹ Mestre em Gestão e Economia da Saúde pela Universidade Federal de Pernambuco. E-mail: albav.azevedo@gmail.com.

² Professor do Programa de Pós-Graduação em Economia – PIMPES. Universidade Federal de Pernambuco Grupo de Pesquisa – Economia Regional, Economia Urbana, Economia do Trabalho e Desenvolvimento Econômico. E-mail: rau.silveira@uol.com.br.

and the absence of one year with the same occurrence of microcon- clusions and confirmed that the simple location of the municipality in the southern region of the country was confirmed. cases approximately.

Keywords: Microcephaly. Public Health Emergency. Municipal Characteristics. Social Determinants in Health.

Código de Classificação JEL: I1.

1 Introdução

O vírus Zika (ZIKV) é um arbovírus emergente, gênero Flavivirus, que apresenta relação genética e sorológica com outros flavivírus de importância em saúde pública, como o vírus da dengue, o da febre amarela e o do Oeste do Nilo (FAYE *et al.*, 2014). Zika é uma doença que foi detectada no Brasil em 2015 e tem se disseminado de forma inédita segundo a literatura científica. Tendo encontrado ambiente favorável à sua disseminação, que é a presença do vetor Aedes em todo o país e população sem imunidade à doença, causando enorme impacto à saúde pública. As infecções na gestante são importantes causas de morbimortalidade fetal e neonatal (BRASIL, 2016a; UNASUS, 2016).

Em novembro de 2015, após investigações clínicas, epidemiológicas e laboratoriais, o Ministério da Saúde reconheceu a relação entre o aumento na prevalência de microcefalias no Brasil com a infecção pelo vírus Zika durante a gestação (OLIVEIRA, 2015; BRASIL, 2015). Neste mesmo mês, foi declarada no âmbito do Regulamento Sanitário Internacional (RSI), potencial Emergência de Saúde Pública de Importância Internacional (ESPII) (OLIVEIRA, 2015).

No *ranking* mundial, o Brasil ocupa o 1º lugar, com 2366 casos (89%) autóctones; 2º Colômbia com 86 casos (3,24%) autóctones; 3º Estados Unidos da América, 42 casos (1,58%) com local de infecção indeterminada e 4º República Dominicana com 22 casos autóctones (0,83%) (OMS;2017)

No Brasil, no período de 2010 a 2014, uma média de 156 casos de microcefalia foi registrada anualmente no Sistema de Informação de Nascidos Vivos (SINASC). Porém, no ano de 2015, até o dia 1º de dezembro, havia 1247 recém-nascidos notificados no país com essa malformação, sendo que o estado com maior número de registro foi Pernambuco, com 646 casos, enquanto a média anual do Estado até então- referente ao período de 1999 a 2014- foi de nove casos (BRASIL, 2015). A Região Nordeste lidera o

ranking com 61,51% dos casos notificados e 66,87% confirmados. Segundo o Registro de Eventos em Saúde Pública (RESP) até Semana Epidemiológica(SE) 38/2017(23 set. 2017). O estado de Pernambuco ocupa o primeiro lugar em número de casos notificados. Observa-se um predomínio de casos acumulados na Região de Saúde I, a qual o Recife e a Região Metropolitana estão inseridos. Dos 14.693 casos notificados até SE 38/2017(Set. 2017), 282 casos (9,44%) evoluíram ao óbito (RESP).

De acordo com o Censo 2010, aproximadamente 35 milhões de brasileiros não têm água encanada, mais de 100 milhões não têm acesso a esgoto e mais de oito milhões de habitantes não contam com coleta de lixo regular. Henriques *et al* (2016) consideram que a grave epidemia da microcefalia chama a atenção para a necessidade urgente de grandes investimentos voltados à melhoria das condições de vida das populações urbanas no Brasil.

Em novembro de 2016 a OMS declarou que reconhece que o vírus Zika e suas consequências continuam a ser um desafio significativo para a saúde pública, mas não representam mais uma Emergência de Saúde Pública de Importância Internacional. Constitui-se presentemente em um problema de longo prazo altamente significativo que deve ser gerido da forma como outras ameaças por doenças infecciosas o são.

Portanto, este estudo se justifica porque existem poucos trabalhos que consideram simultaneamente os diferentes fatores condicionantes associados à prevalência da Síndrome em questão no Brasil.

Diante desse contexto, pergunta-se: Qual a importância dos condicionantes socioeconômicos municipais sobre a alta prevalência da Síndrome Congênita do Zika Vírus no Brasil?

O objetivo primordial é identificar e analisar os fatores associados à prevalência da Síndrome Congênita do Zika Vírus no Brasil. Propõe-se ainda a caracterizar sua prevalência nos municípios brasileiros e através do uso de modelo econométrico, estimar a importância dos condicionantes socioeconômicos e ambientais municipais sobre a referida prevalência.

Esta pesquisa está estruturada em cinco partes: a primeira parte traz um referencial teórico sobre o tema em questão. A segunda demonstra a metodologia a ser utilizada, seguida pelos resultados, finalizando com as conclusões e as referências.

2 Revisão de Literatura

2.1 Síndrome Congênita Associada à Infecção pelo Vírus Zika

A microcefalia é uma anomalia congênita do tipo disrupção ou ruptura considerada como um defeito morfológico de um órgão, de parte de um órgão, ou de uma região maior do corpo. (OMS/CDC/ICBDSR, 2015). Ela é um sinal clínico e não uma doença, em que uma criança apresenta a medida da cabeça consideravelmente menor, quando comparada com a de outras crianças do mesmo sexo e idade. Os nascidos com esta condição correm o risco de retardo no desenvolvimento neuropsicomotor (DNPM) e incapacidade intelectual, sendo capazes de apresentar convulsões e incapacidades físicas, incluindo dificuldades auditivas e visuais. No entanto, algumas dessas crianças terão o desenvolvimento neurológico normal (WHO, 2016a).

A contaminação pelo vírus Zika pode ocasionar um quadro clínico que varia de manifestação assintomáticas, passando por sintomas brandos e autolimitados, e podendo se apresentar com complicações neurológicas (Síndrome de Guillain-Barré) e também por doença congênita (BRASIL, 2016b). Além da microcefalia congênita, uma série de manifestações, incluindo desproporção craniofacial, espasticidade, epilepsia, irritabilidade, disfunção do tronco encefálico, como problemas de deglutição, contraturas de membros, anormalidades motoras, auditivas e oculares, e anomalias cerebrais detectadas por neuroimagem têm sido relatadas entre neonatos que foram expostos ao vírus Zika durante a gestação (ASHWAL *et al*; 2009; FALUYI *et al*; 2000; MO, Y. *et al*; 2016 *Apud* BRASIL; 2016b).

As anormalidades relatadas de forma consistente nestes lactentes, incluindo achados anormais de neuroimagem, sugerem que uma síndrome congênita, semelhante à da rubéola congênita ou infecção por citomegalovírus (CMV), é atribuível à infecção pelo vírus Zika durante a gestação. Com base numa revisão de estudos observacionais, de coorte e de caso-controle, há atualmente um forte consenso científico de que o vírus Zika é uma causa de microcefalia e outras complicações neurológicas que, em conjunto, constituem a Síndrome Congênita do Vírus Zika (SCZ) (BRASIL; 2016b).

2.2 Condicionantes Sócio Ambientais

O mosquito *Aedes aegypti* é vetor do vírus Zika, além dos vírus da dengue, da febre de chikungunya e outrora da febre amarela em áreas urbanas. A propagação destas arboviroses no hemisfério ocidental seguiu das condições favoráveis à proliferação do mosquito, que deposita ovos em recipientes de água parada e alimenta-se de sangue humano (FAUCI; MORENS, 2016).

A eliminação dos criadouros do mosquito é tarefa complexa nas cidades brasileiras, especialmente em locais onde há condições precárias nas residências e em seu entorno, saneamento inadequado e coleta de lixo irregular afirmam Braga e Valle, (2007).

O Brasil possui leis claras que regem a importância do Saneamento Básico para a os municípios brasileiros. A primeira delas é a Lei Federal do Saneamento Básico (Lei 11.445/07) a qual aborda o conjunto de serviços de abastecimento público de água potável; coleta, tratamento e disposição final adequada dos esgotos sanitários; drenagem e manejo das águas pluviais urbanas, além da limpeza urbana e o manejo dos resíduos sólido. A disposição de resíduos sólidos em lixões é crime desde 1998, quando foi sancionada a lei de crimes ambientais (Lei nº 9.605/98). Em 2010 foi aprovada a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei nº 12.305 que instituiu o princípio da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos.

A pesar do arcabouço legal teoricamente estabelecido no Brasil e o direito à água segura e limpa e saneamento tem sido explicitamente reconhecido pelas Nações Unidas (ONU) como um direito humano, essencial para o pleno gozo da vida, dados do Censo Demográfico 2010 revelam que mais de 7 milhões de domicílios no Brasil (13%) não tinham coleta de lixo e quase 10 milhões de domicílios (17%) não eram abastecidos por rede geral de distribuição de água. Em 2011, 71,8% dos municípios brasileiros não possuíam uma política municipal de saneamento básico, ou seja, 3.995 cidades não respeitavam a Lei Nacional de Saneamento Básico, aprovada em 2007. A maioria (60,5%) não tinha acompanhamento algum quanto às licenças de esgotamento sanitário, em relação à drenagem e manejo de águas pluviais urbanas e quanto ao abastecimento de água; e quase a metade (47,8%) não possuía órgão responsável pela fiscalização da qualidade da água (BRASIL, 2012).

Na avaliação dos especialistas da ONU, há evidências de que as condições climáticas predominantes e os extremos climáticos, como secas ou inundações causadas por *El Niño*, provavelmente ocasionadas pelos efeitos da mudança climática, podem influenciar a ocorrência sazonal de doenças infecciosas. São os mais pobres e

marginalizados que sofrem de maneira desproporcional pela carga adicional do zika vírus (WHO, 2016). Complementarmente, Leal Filho, *et al* (2017) afirmam que as mudanças climáticas podem ter impactos significativos na saúde e contribuem para a disseminação de doenças transmitidas por vetores. Segundo Messina *et al*, (2016) a temperatura afeta os principais processos fisiológicos nos mosquitos *Aedes*, incluindo a sobrevivência feminina adulta, bem como a duração do período de incubação extrínseca dos arbovírus e o comprimento do ciclo gonotrófico (o qual consiste na absorção de sangue, seguido de digestão, maturação de oócitos e oviposição. A temperatura influencia a duração da digestão e o desenvolvimento dos ovários, já que, quando as temperaturas são baixas, a digestão leva mais tempo).

Messina (2016) afirma que seu modelo foi particularmente influenciado pela precipitação acumulada anual (65%), seguida por temperatura (14,6%), extensão urbana, índice de vegetação e umidade relativa mínima.

Pelo exposto, este trabalho se propõe a analisar o conjunto das variáveis que influenciam na prevalência de microcefalia nos municípios brasileiros. É sabido que a presença de água de superfície estática é um pré-requisito para a oviposição de *Aedes* e desenvolvimento de larvas e pupas. Messina *et al*, (2016) cita que vários autores afirmam que há evidências de que áreas com maior quantidade de precipitação são geralmente associadas a maior risco de infecção por dengue, mas que ainda não existem estudos que conectem diretamente os níveis de precipitação à transmissão de ZIKV.

Em suma, o controle vetorial somente poderá ser alcançado se as iniciativas do setor saúde forem acompanhadas por ações efetivas nas áreas de educação, moradia, saneamento básico, resíduos sólidos e urbanismo (HENRIQUES *et al*, 2016).

3 Estratégia Empírica e Base de Dados

Nesta seção são apresentados o modelo empírico e a base de dados utilizada na análise multivariada da pesquisa sobre os condicionantes dos casos de Microcefalia nos municípios brasileiros. Como se discute a seguir, o modelo e a base de dados apresentam peculiaridades próprias associadas às características da investigação levada a efeito.

Trata-se de Estudo Ecológico de análise das características, fatores ou variáveis condicionantes que se relacionam nos processos que influenciam na prevalência de microcefalia nos municípios brasileiros com caráter retrospectivo.

O universo da pesquisa foi composto por todos os Municípios brasileiros com ou sem casos notificados da SCZ no período de 08 de novembro de 2015(SE 45/2015) a 23 de setembro de 2017(SE 38/2017). As duas ocorrências (com ou sem casos) serão utilizadas para obtenção de evidências a respeito dos condicionantes da prevalência da síndrome congênita do Zika vírus. Não serão excluídos da pesquisa qualquer dos municípios brasileiros.

3.1 Modelo Empírico

O esforço empírico do trabalho está voltado para a mensuração da influência dos condicionantes do número de casos de Microcefalia nos municípios brasileiros a partir de um modelo apropriado de regressão. Neste sentido, a análise multivariada levada a efeito na pesquisa considera como variável dependente o número de casos confirmados de Microcefalia nos municípios, o que coloca duas importantes restrições para a modelagem empírica: i) os valores da variável dependente (número de casos de Microcefalia) são não-negativos e ii) há um grande número de casos em que tal variável assume valor zero (municípios onde não há registro de casos confirmados de Microcefalia). Tais restrições sugerem a consideração de Modelos de Contagem, ao invés do tradicional Modelo de Regressão Linear, e, dada a relação não linear entre o valor esperado da variável dependente e as variáveis explicativas, a utilização do Estimador de Máxima-Verossimilhança (EMV) e não o também tradicional estimador de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO)³.

Dadas tais restrições, as evidências obtidas nesta pesquisa derivam da utilização de modelos de contagem tradicionais (Poisson e Binomial Negativo) e alternativos que consideram o grande número de zeros (Poisson Inflado para Zeros e Binomial Negativo Inflado para Zeros).

Neste sentido, o Modelo da distribuição de Poisson representa a modelagem mais tradicional e tem a probabilidade de ocorrência do evento y durante um período fixo de exposição dada por:

³ Uma alternativa possível seria a utilização do estimador de Mínimos Quadrados Não-Lineares; contudo, como os dados geralmente apresentam heterocedasticidade não considerada por este estimador, dar-se preferência ao EMV.

$$Pr(Y = y) = \frac{e^{-\mu} \mu^y}{y!}, \quad y = 0, 1, 2, \dots \quad (1)$$

onde μ corresponde à intensidade de ocorrência (no caso desta pesquisa, o número de casos dada uma exposição ou tamanho populacional do município). Tal parâmetro é maior que zero e corresponde ao mesmo tempo ao valor da média e da variância da distribuição de Poisson. Para garantir valores não negativos, a forma mais comum é assumir que $\mu = \exp(\mathbf{x}'\boldsymbol{\beta})$, onde \mathbf{x} representa um conjunto de variáveis explicativas e $\boldsymbol{\beta}$ um conjunto de parâmetros associados a serem estimados. Desta forma, teremos o valor esperado do número de ocorrências do evento y dado por:

$$E(y) = \mu = \exp(\mathbf{x}'\boldsymbol{\beta}) \quad (2)$$

Logo, a probabilidade de que o número de ocorrências de Microcefalia nos municípios, Y , assumam um valor específico y é, então, dada por:

$$Pr(Y = y) = \frac{e^{-e(\mathbf{x}'\boldsymbol{\beta})} (e(\mathbf{x}'\boldsymbol{\beta}))^y}{y!}, \quad y = 0, 1, 2, \dots \quad (3)$$

O que permite representar a função de Log-Verossimilhança a ser maximizada por:

$$\mathcal{L}(\boldsymbol{\beta}) = \sum_{i=1}^n [y_i \mathbf{x}_i \boldsymbol{\beta} - e^{\mathbf{x}_i \boldsymbol{\beta}}], \quad (4)$$

Nesta situação, o efeito marginal de uma variável x_j (no nosso caso, por exemplo, o acesso ou não a serviços adequados de saneamento) sobre $E(y)$ é dado por $\beta_j \exp(\mathbf{x}'\boldsymbol{\beta})$, valor que, evidentemente, depende dos valores das variáveis em \mathbf{x} .

A partir do estimador de Máxima-Verossimilhança, é possível, então, obter estimativas dos parâmetros $\boldsymbol{\beta}$ e, assim, lograr os efeitos marginais, ou seja, a influências das variáveis, sobre o valor esperado do número de ocorrências de y (no nosso caso, o número de ocorrências de Microcefalia nos municípios brasileiros)

Há, contudo, duas importantes limitações do Modelo de Poisson: i) em geral o resultado de que a média é igual à variância não é confirmado pelos dados (há *overdispersion*) e ii) em situações onde o número de zeros é elevado, o ajuste dos dados ao modelo tende a ser de baixa qualidade. Basicamente, há duas formas de lidar com tais deficiências: considerando-se uma outra distribuição que leve em conta diretamente a distinção entre a variância e a média e modelando-se separadamente a parte das ocorrências que tem valor zero. Ambas as extensões são consideradas nas evidências apresentadas no capítulo dos resultados deste trabalho.

Apesar do Estimador de MV permanecer consistente mesmo em situações onde os dados não seguem inteiramente a distribuição de Poisson, por poder ser representada por um caso específico pela Poisson e se apresentar com uma opção simples de modelagem da variância, a consideração da distribuição Binomial Negativa (BN) é a alternativa mais comum a tal (CAMERON e TRIVEDI, 2005). Em sua forma mais usual (BN2, ou com variância quadrática), tal distribuição é obtida repassando o valor do parâmetro μ da Poisson por μv , onde $E(v) = 1$, $Var(v) = \sigma^2$ e tendo tal termo adicional uma distribuição Gama,

$v \sim Gama(1, \sigma^2)$, obtendo-se para o valor das ocorrências y distribuição⁴ BN (μ, σ^2) . Tal como destruição de Poisson, tem-se também aqui que $E(y) = \mu = \exp(x'\beta)$, mas com $Var(v) = \mu(1 + \mu\sigma^2)$, o que significa que os efeitos marginais das variáveis sobre o valor esperado são obtidos da mesma forma que na distribuição de Poisson mas agora com a variância maior que a média.

Como a distribuição de Poisson pode ser obtida como um caso específico da Binomial Negativa (quando o parâmetro σ^2 se aproxima de zero), a decisão entre os modelos pode ser feita diretamente a partir de um teste de Razão de Verossimilhança (LR) para hipótese de que $\sigma^2 = 0$.

No caso em que há um percentual elevado de zeros nos casos registrado para a variável de contagem (no nosso caso, o número confirmado de casos de Microcefalia), o ajuste aos dados de ambos os modelos (Poisson e Binomial Negativa) pode ser melhorado considerado expansões dos mesmos para consideração de processos específicos para geração de tais valores nulos, o que gera as respectivas versões infladas para zero, I-Poisson e I-BN. As extensões são feitas, em geral, incorporando-se modelos binomiais (*logit*, *porbit*, por exemplos) para ocorrência de valores zeros às funções densidades das duas destruições (CAMERON e TRIVEDI, 2010). Como no caso dos modelos tradicionais, um teste de Razão de Verossimilhança também permite decidir entre os modelos I-Poisson e I-BN. Em adição Voung (1989) propõe uma estatística de teste com distribuição Normal para a hipótese nula de que a distribuição BN é preferida à sua versão inflada para zeros (I-BN).

As evidências desta pesquisa são obtidas utilizando-se todos os quatros modelos (Poisson, BN, I-Poisson e IBN), sendo aplicados os acima referidos testes para escolha do modelo empírico que fundamenta análise dos resultados.

⁴ Ver, por exemplo, Cameron e Trivedi (2010).

As fontes de dados básicas foram advindas de dados abertos. O primeiro conjunto de informações corresponde aos dados disponibilizados pelo Ministério da Saúde através do Sistema Eletrônico ao Serviço de Informação ao Cidadão. Versão 2.6.2, pelo endereço: <http://esic.cgu.gov.br> e foram extraídos do Registro de Eventos de Saúde Pública (RESP-Microcefalia) no dia 16 de outubro de 2017. Para obtenção das informações sobre os condicionantes socioeconômicos foram utilizados os micro dados do Censo Demográfico de 2010, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD), Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas (IPEA), Departamento de Informática do SUS (DATASUS/TABNET) e do Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP) do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Os dados sobre resíduos sólidos utilizados na da pesquisa foram disponibilizados pelo Ministério do Meio Ambiente através do Sistema Eletrônico ao Serviço de Informação ao Cidadão. Versão 2.6.2 e são oriundos do Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (Sinir).

Para obter a Prevalência por município brasileiro utilizou-se a metodologia proposta pelo Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde do Brasil (DATASUS)

$$P = N \times 100000 / \text{Pop} \quad (5)$$

Sendo: P - Prevalência total de Microcefalia e/ou Alterações do SNC

N - Número de casos acumulados (casos novos + casos antigos) de Microcefalia e/ou Alterações do SNC por município de residência da mãe x 100000

Pop - População total

Posteriormente, os municípios foram classificados em quatro categorias (sem casos confirmados, baixa, média e alta) quanto ao grau de prevalência de microcefalia. Por não haver uma classificação oficial, foi feita uma estimativa com base nos valores informados por Marinho *et al*, (2016) do SINASC, antes da epidemia. A média anual dos coeficientes para a região Nordeste no período de 2000 a 2014 era de (5,0 casos por 100 mil NV), considerada uma prevalência estável e baixa para o período. Com o auxílio de medidas de variabilidade ou [dispersão](#): o máximo e o mínimo, foram definidos a Baixa Prevalência= menor valor calculado até 5 casos/100mil hab. A categoria Média Prevalência foi estimada entre 6 casos/100mil até valor utilizado como alerta no mês anterior ao expressivo aumento do número de casos 17,5 casos/100mil. A Alta Prevalência corresponde aos valores de 17,6casos/100mil até a maior prevalência calculada neste trabalho (57,26 casos /100mil habitantes).

Para elaboração dos mapas foi utilizado o software de estatística STATA 12 com *shape* do IBGE. As tabelas e gráficos foram confeccionados com uso do Excel e Word.

3.2 Definição de Variáveis

Foram utilizadas as seguintes variáveis divididas de acordo com as características socioeconômicas, infra estruturais, geográficas e de saúde, conforme a Tabela1.

Tabela 1: Descrição das Variáveis

Variável	Descrição	Unidade	Período	Fonte
Variáveis Socioeconômicas				
Renda per capita	Razão entre o somatório da renda familiar per capita de todos os domicílios e o número total de domicílios no município.	Reais	2010	PNAD/IBGE
Índice de Gini	Mede o grau de desigualdade na distribuição da renda domiciliar entre os indivíduos. Seu valor pode variar de 0, quando não há desigualdade até 1, quando a desigualdade é máxima.		2010	PNAD/IBGE
Taxa de analfabetismo- 25 anos ou mais (%)	Percentual de pessoas de 25 ou mais anos de idade que não sabem ler nem escrever um bilhete simples	%	2010	PNAD/IBGE
População Geral	Número de pessoas no município	Pessoas	2010	Censo IBGE
Variáveis Infra estruturais				
% pessoas em dom. com abast.de água e esgoto sanitário inadequados.	Domicílios com escoadouro ligado à rede geral ou fossa séptica, servido de água canalizada e cujo lixo era coletado pelos serviços de limpeza.	%	2010	PNAD/IBGE
% população em domicílios com coleta de lixo	Percentual de pessoas que vivem em domicílios em que a coleta de lixo é realizada diretamente por empresa pública ou privada.	%	2010	PNAD/IBGE
Taxa de Urbanização	É a percentagem da população da área urbana em relação à população total	%	2010	PNAD/IBGE
Densidade Demográfica	Quantidade de habitantes por unidade de área medida em km ²	Hab/km ²	2010	PNAD/IBGE
Variáveis Geográficas				
Estimativa da Temperatura Média por trimestre	Estimativa da Temperatura Média por trimestre (°C) para as quatro estações do ano	°C	de 1961 a 1990.	IPEA/INMET
Estimativa das médias da Precipitação pluviométrica	Estimativa das médias da Precipitação pluviométrica por trimestre para as quatro estações do ano	mm/mês	de 1961 a 1990	IPEA/INMET

Altitude ao Nível do Mar		m	1998	IPEA/IBGE
Distância à capital estadual	O cálculo foi baseado nas coordenadas geodésicas do cadastro de cidades e vilas	Km ²	1998	IPEA/IBGE
Variável da Saúde				
Cobertura da Atenção Básica	Mede a cob. populacional estimada por equipes da Estratégia Saúde da Família.	%	2016	DATASUS-TABNET

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados fornecidos pelas citadas fontes.

Importante salientar as limitações dos dados quanto a possibilidade de que o município de contaminação pode não ser o mesmo município de residência da gestante.

4 Resultados

4.1 Estatística Descritiva

Para caracterizar a prevalência da Síndrome Congênita do Zika Vírus nos municípios brasileiros foram utilizadas as medidas de tendência central: média e a medida de variabilidade ou dispersão: o mínimo e o máximo as quais permitem uma visão global da variação dos valores encontrados na amostra com o objetivo de organizar e descrever os dados.

A distribuição acumulada dos casos notificados no RESP-Microcefalia entre as SE 45/2015 (08 novembro/2015) e SE 38/2017 (23 setembro/2017), representada por 2.132 municípios de residência da mãe, distribuídos na Figura 1, foi de 14.693 casos suspeitos, destes 2.986 foram confirmados, 20,32% do total segundo a Figura 2, 264 casos prováveis; 6.543 foram descartados, 1.941 excluídos e 2.799 permanecem em investigação. Houve 899 notificações de óbitos, destes, 282 foram confirmados e 25 considerados prováveis; 271 descartados e 65 excluídos.

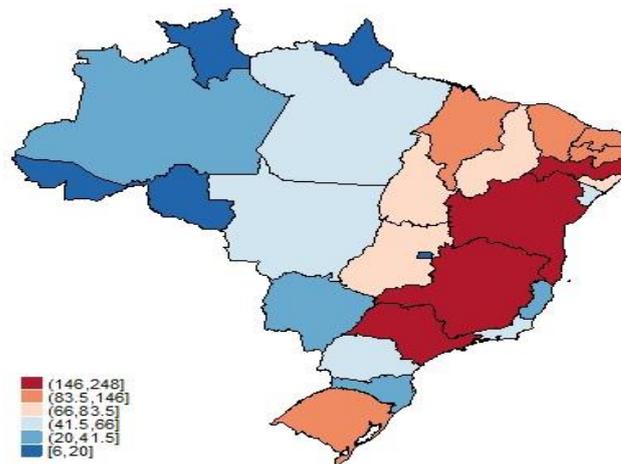
Dentre os casos notificados, 9.039(61,51%) são da Região Nordeste, 3.400(23,14%) da Região Sudeste, 1.048 casos (7,13%) do Centro-oeste, 816 (5,55%) da Região Norte e 390(2,65%) da Região Sul.

A distribuição dos casos confirmados por região do país fica assim estabelecida: 1.997 casos (66,87%) na região Nordeste, 540 (18,08%) região Sudeste, 228(7,63%) da região Centro-oeste, 173 casos confirmados (5,79%) do Norte e 48(1,6%) do Sul, conforme figura 4.

Pernambuco notificou um maior número de casos (2.508 casos), porém, a Bahia confirmou mais (504 casos confirmados), conforme Figuras 3.

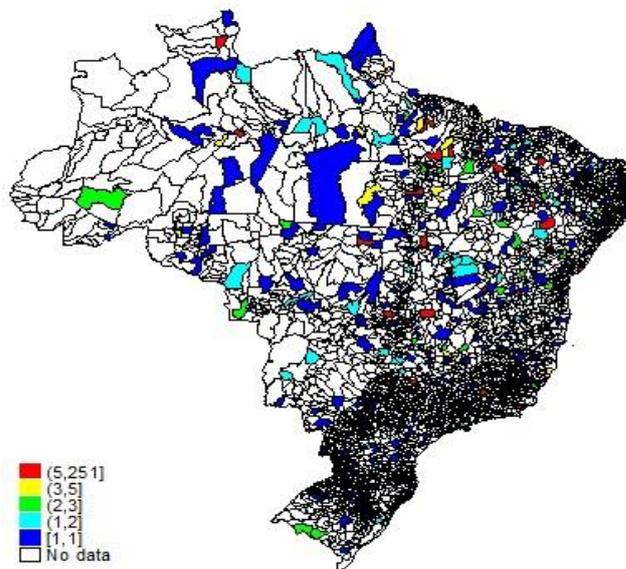
Com relação ao número de municípios por estado, Pernambuco mais uma vez sai na frente com percentual de 96,75%, ou seja, quase todo o estado. Rio Grande do Sul, Minas Gerais e São Paulo aparentemente obtiveram números absolutos altos de municípios que notificaram casos, porém, estes valores correspondem a um baixo percentual do número total de municípios, por isso justifica-se a baixa prevalência média por estado apresentada na Figura 5. Em número absoluto, a Bahia está em primeiro lugar com 248 municípios com casos confirmados, segundo Figura 3.

Figura 1: Distribuição de municípios com casos notificados por estado



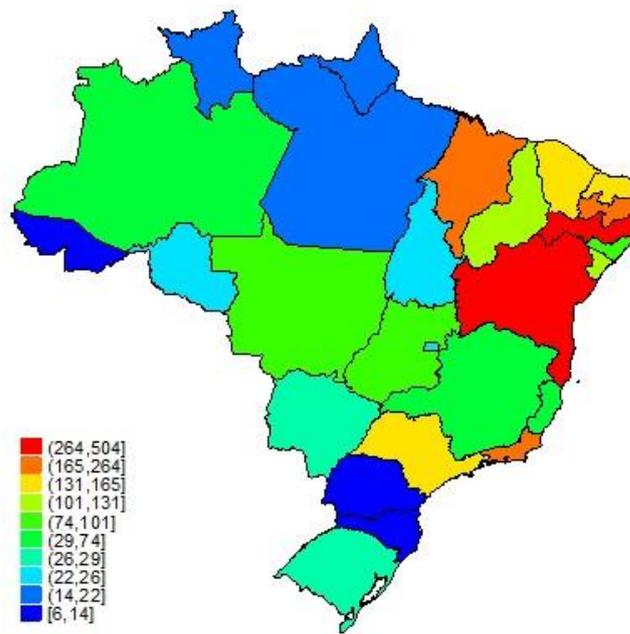
Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do Registro de Eventos de Saúde Pública (RESP-Microcefalia) até SE 38/2017(23 set. 2017).

Figura 2: Distribuição espacial de casos confirmados de Microcefalia ou SCZ por Município



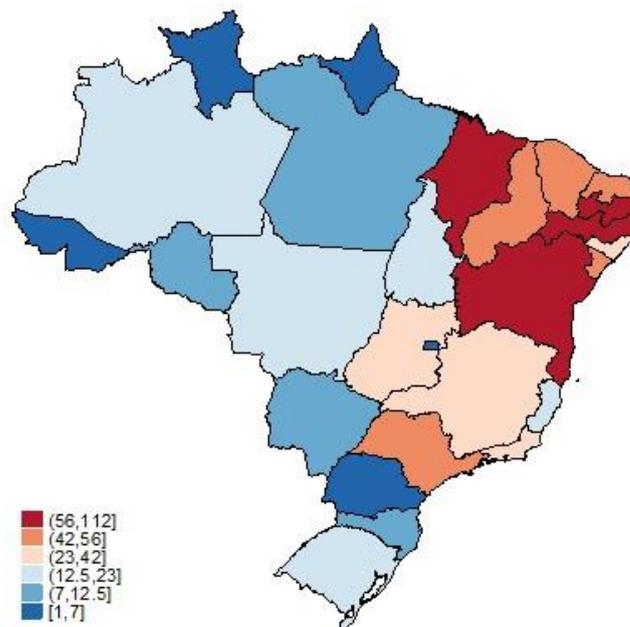
Fonte: Elaboração própria, a partir dos dados do Registro de Eventos de Saúde Pública (RESP-Microcefalia) até SE 38/2017(23 set. 2017).

Figura 3: Distribuição espacial de casos confirmados de Microcefalia ou SCZ por estado



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do Registro de Eventos de Saúde Pública (RESP-Microcefalia) até SE 38/2017(23 set. 2017).

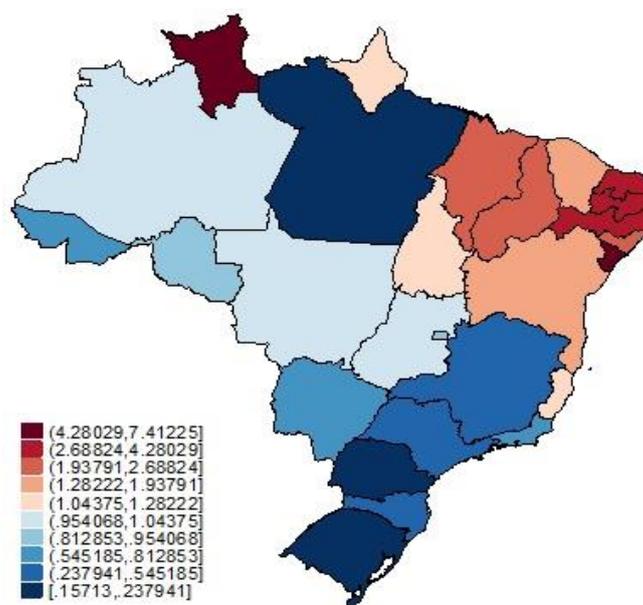
Figura 4: Distribuição de municípios com casos confirmados por estado



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do Registro de Eventos de Saúde Pública (RESP-Microcefalia) até SE 38/2017(23 set. 2017).

Os municípios foram divididos em quatro grupos: Sem registro de casos de microcefalia, municípios de Baixa, Média e Alta prevalência, conforme Tabela 2.

Figura 5: Distribuição da taxa de Prevalência Média por estado



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do Registro de Eventos de Saúde Pública (RESP-Microcefalia) até SE 38/2017(23 set. 2017).

Tabela 2- Estatística Descritiva das Médias dos valores das Variáveis Independentes dos Municípios Brasileiros relacionada à Prevalência¹ de Casos Confirmados de Microcefalia e/ou Alterações do SNC5, no período de novembro de 2015 a setembro de 2017.

Variável Independente	Sem Casos Confirmados (4.650)	² Baixa Prevalência (508)	³ Média Prevalência (314)	⁴ Alta Prevalência (93)
Renda <i>per capita</i> R\$ (2010)	R\$ 503,30	R\$ 536,57	R\$ 337,29	R\$ 302,04
Taxa analfabetismo(%) (2010)	19,56%	20,78%	30,70%	32,94%
Índice de Gini (2010)	0,49	0,53	0,52	0,51
Proporção população urbana (%)	62,92%	77,12%	59,53%	51,12%
Área Tota (Km ²)	1.453,72	2.582,98	1.179,90	620,94
Densidade Demográfica (Hab/Km ²)	63,90	527,33	108,23	34,64
% da população em domic. com coleta de lixo (2010)	94,45%	93,70%	89,95%	94,50%
% de pessoas em dom. com abast. de água e esgoto sanitário inadequados	9,14%	11,11%	17,48%	17,25%
Descarte final de Resíduos Sólidos em Lixão (%)	45,01%	56,80%	78,98%	81,72%
Médias trimestrais de temperatura (°C): outono	22,65	24,15	25,1	25,38
Médias trimestrais de temperatura (°C): inverno	20,02	22,27	23,41	23,71
Médias trimestrais de temperatura (°C): verão	24,46	25,45	25,95	25,77
Médias trimestrais de temperatura (°C): primavera	22,96	24,5	25,47	25,84

Médias trimestrais precipitação pluviométrica(mm/mês): verão	179,86	152,78	122,3	109,67
Médias trimestrais precipitação pluviométrica(mm/mês): outono	127,16	154,25	152,33	129,46
Médias trimestrais precipitação pluviométrica(mm/mês): inverno	58,87	72,66	77,26	54,31
Médias trimestrais precipitação pluviométrica(mm/mês): primavera	105,89	79,97	56,12	46,84
Altitude Nível do Mar(m)	436,67	289,6	280,08	312,15
Distância à capital estadual (Km)	267,38	179,06	199,49	210,65
Cob. Pop. Estimada com Atenção Básica em Saúde(%)	93,53%	83,09%	95,58%	99,41%

Notas: ¹(Prevalência =Nº Casos acumulados confirmados de Microcefalia e/ou Alterações do SNC de Nov/2015 a Set/2017 no município/População Geral Municipal x 100mil) ;

²Baixa Prevalência = (0,13 a 5,9 Casos/100mil Hab); ³Média Prevalência (06,0 a 17,5 Casos/100mil Hab); 4 Alta Prevalência= (17,6 a 57,26 Casos/100mil Hab)

5 Alterações típicas: indicativas de infecção congênita, como: calcificações cerebrais; alterações ventriculares e de fossa posterior entre outras observadas por imagem ou testes laboratoriais.

Fonte: Elaboração própria, com base no Registro de Eventos em Saúde Pública -RESP e (IBGE.)

Todos os estados brasileiros têm municípios que não confirmaram casos de microcefalia, com exceção do Distrito Federal. A distribuição da taxa de prevalência média por estado está representada na Figura 5. Na categoria: Sem casos confirmados, os 4.650 classificados correspondem a 83,56% dos municípios brasileiros. 33% são da região Sudeste; 26% do Nordeste; 25% do Sul do País e 8% das região Norte e Centro-Oeste. Apresentam menor média de temperatura nas quatro estações e maior quantidade de chuva no verão. Possuem maior média de altitude e distância até a capital estadual. Os estados de Minas Gerais (95%), São Paulo (92%), Pará (92%), Acre (90%), Santa Catarina (95%), Rio Grande do Sul (96%) e Paraná (98%) destacam-se por apresentarem mais de 90% de seus municípios sem confirmação de casos de microcefalia. Salienta-se que Curitiba foi a única Capital inserida neste contexto.

O mapeamento de Messina *et al*, (2016) confirma que dentro da maioria das áreas ambientalmente adequadas para ZIKV nas Américas, é possível uma transmissão prolongada durante todo o ano. O sul do Brasil e a Argentina, no entanto, são mais propensos a ver a transmissão interrompida ao longo do ano. São os municípios com a segunda maior Renda *per capita*, Rendimento Médio dos Ocupados, população urbana e área total, quando comparado com os outros grupos, ficando atrás dos municípios de Baixa prevalência. Dentre as cidades brasileiras, as que se encontram neste grupo exibem uma menor média do Gini, indicativa de maior igualdade de renda (0,49). Estas localidades apresentam a menor média de mortalidade infantil (18,65), único grupo classificado em Baixa Mortalidade Infantil. Mesmo sendo maior que a média nacional (13,8), sugere melhor qualidade de vida que se reflete na maior média da

esperança de vida (73,29), menores taxas de analfabetismo, desocupação, percentual de pobres e de extremamente pobres. Corroborando esta afirmativa, a média das variáveis indicam melhores infraestrutura relacionadas a presença de banheiro, água e saneamento, descarte final de lixo 45,01% em lixões, 41% em aterros sanitários e 13,99% em aterros controlados.

O segundo grupo composto por 507 municípios foi considerado com baixa prevalência (0,13 a 5 casos/100mil hab). Instituído por 81,48% das capitais brasileiras e distribuídos em 55% da Região Nordeste, 22% da Região Sudeste, 10% da Região Centro-Oeste, 8% do Norte e 5% da Região Sul. Como se esperava, tem as características das metrópoles. Médias superiores nas variáveis: Renda *per capita*, Rendimento médio, Taxa de desocupação, Percentual de urbanização, área, densidade demográfica, percentual de água encanada, Umidade Relativa do AR. Segundas menores taxas de analfabetismo, mortalidade infantil, água e saneamento básico inadequados, descarte de lixo em lixões, menores temperaturas nas quatro estações, em contrapartida, mais desigual, menores taxas de fecundidade e cobertura da Atenção Básica.

A Média Prevalência (6 a 17,5 casos/100mil hab.) agrupa 314 municípios localizados 80% na Região Nordeste, 6% nas regiões Sudeste, Norte e Centro-Oeste e 2% na Região Sul. Maior Taxa de Fecundidade (2,36), bem como, maior percentual de água e saneamento básico inadequados. Também piores percentuais da população em domicílios com coleta de lixo (89,95%). As variáveis climáticas refletem maior temperatura no verão e maior quantidade de chuvas no inverno. Os municípios com média prevalência de microcefalia têm população coberta por 95,58% com Atenção Básica, segunda maior média de cobertura entre as classificações.

Finalmente, a Alta Prevalência (17,5 a 57,26 casos/100mil Hab.) de microcefalia está presente em 1,67% dos municípios brasileiros (93), os quais estão listados na Tabela 3 devido à importância para o estudo. 82% deles localizados no Nordeste, 8% no Sudeste, 4% nas regiões Centro-oeste e Norte e 2% na região Sul. As médias das variáveis desta categoria sugerem vulnerabilidades infraestruturais e socioeconômicas. Menores Rendas *per capita* e Rendimento médio dos ocupados; maiores concentrações de pobres e extremamente pobres, pouco alfabetizados, com apenas 51,12% de urbanização e menor densidade demográfica; infraestrutura precária com menores percentuais da população em domicílios com água encanada e banheiros com água encanada que contraditoriamente, possuem maior taxa de coleta de lixo, porém, 81,72% realizam o descarte final em lixões ilegais e insalubres, 3,23 % em improvisados aterros controlados

e apenas, 15,05% em Aterros Sanitário. Indicadores climáticos apontam altas temperaturas e pouca chuva ao longo do ano.

As variáveis relacionadas à saúde da população corroboram maior vulnerabilidade das comunidades nos itens de esperança de vida e mortalidade infantil, são populações com maior cobertura da Atenção Básica que possivelmente tenham realizado mais notificações que os outros grupos.

Importante salientar que as maiores prevalências se concentram nos municípios do estado da Paraíba (27). Estado este que ocupa o primeiro lugar em prevalência no Brasil com 57,26 casos/100mil habitantes no Município de Alcantil. Conquistou ainda o quarto, quinto, sexto e nonos lugares com, respectivamente, Pilões (42,99 casos/100mil), Algodão de Jandaíra (42,26 casos/100mil), São Domingos do Cariri (41,32 casos/100mil), Santarém (38,24 casos/100mil) e muitos outros citados na Tabela 3.

Além da Paraíba, os estados do Piauí (17 municípios), Rio Grande do Norte e Sergipe (10 municípios cada um) ostentam os maiores números de cidades com altas prevalências apresentados na Figura 6. Curiosamente, a segunda maior prevalência do Brasil (51,88 casos/100 mil) não foi assumida pelo Nordeste, mas pelo município de Meridiano/SP, Região Sudeste. A alta prevalência seria justificada por sua população de 3855 habitantes? Haveriam outras causas para tamanha prevalência? Destaca-se que a décima maior (37,98 casos/100mil) advém do município de Marapoama/ SP. Fora da região Nordeste as altas prevalências também percorrem o Norte (Santa Tereza do Tocantins-8º lugar e Aragominas-12º lugar/TO), bem como o Sul do país, representado por Bocaína do Sul no 17º lugar.

Tabela 3 - Maiores Coeficientes de Prevalência Total (Casos Confirmados/ 100MIL hab) em ordem decrescente, por município brasileiro no período de novembro de 2015 a setembro de 2017

Municípios/Estado	Prevalência (casos/100mil hab.)	Municípios/Estado	Prevalência (casos/100mil hab.)
Alcantil (PB)	57,2628364	Alcântara (MA)	22,882248
Meridiano (SP)	51,8806744	Santanópolis (BA)	22,7894257
Amparo São Francisco (SE)	43,956044	Sertãozinho (PB)	22,7531286
Pilões (PB)	42,9922614	Guaribas (PI)	22,7221086
Algodão de Jandaíra (PB)	42,2654269	Francisco Ayres (PI)	22,336386
São Domingos Cariri (PB)	41,322314	Jurema (PI)	22,1385876
Várzea Branca (PI)	40,7083249	Manari (PE)	22,1202234
Sta. Tereza Tocantins (TO)	39,6353547	Caturité (PB)	22,0118864
Santarém (PB)	38,2409178	Apuiarés (CE)	21,5439856
Marapoama (SP)	37,9794911	Congo (PB)	21,3356091
		Campo Alegre Fidalgo (PI)	21,3083316
Felipe Guerra (RN)	34,8796652		

Aragominas (TO)	34,0020401	São Domingos (SC)	21,0725951
João Costa (PI)	33,7837838	São Gonçalo do Piauí (PI)	21,034918
Nova Olinda (PB)	32,9489292	São José Espinharas (PB)	21,0084034
Sossêgo (PB)	31,5556958	Santa Maria (RN)	20,99958
Tomar do Geru (SE)	31,1162972	Luís Gomes (RN)	20,8116545
Bocaina do Sul (SC)	30,3951368	Santa Teresinha (BA)	20,7296849
Juazeirinho (PB)	29,8044826	Beneditinos (PI)	20,1795984
Lajeado Novo (MA)	28,8892099	Augusto de Lima (MG)	20,1612903
Jundiá (RN)	27,9173646	Cravolândia (BA)	19,8373339
Olivedos (PB)	27,5709953	Fatura do Piauí (PI)	19,7083169
Lucrecia (RN)	27,5254611	Água Fria de Goiás (GO)	19,6463654
Muribeca (SE)	27,2331155	Bento Fernandes (RN)	19,5579894
São Miguel do Aleixo (SE)	27,0416441	Juripiranga (PB)	19,5369737
Nova Rosalândia (TO)	26,5251989	Monteiro (PB)	19,4476857
Santa Cruz Milagres (PI)	26,3574064	Piancó (PB)	19,3986421
Cumbe (SE)	26,2260687	São José do Calçado (ES)	19,2159877
Carrancas (MG)	25,3292806	Encanto (RN)	19,1168037
São José Cordeiros (PB)	25,0941029	Santana Mangueira (PB)	18,7582067
Santa Tereza Goiás (GO)	25,0312891	Vera Cruz (RN)	18,6584569
Siriri (SE)	24,9875062	Santa Helena (PB)	18,6254424
São José do Sabugi (PB)	24,9376559	Caracol (MS)	18,5253798
Venturosa (PE)	24,9190132	Petrolândia (PE)	18,466084
		Nossa Senhora Glória (SE)	18,4632428
Malhador (SE)	24,9128052	Porto dos Gaúchos (MT)	18,3519912
Aguanil (MG)	24,6669956	Serrano do Maranhão (MA)	18,2815356
Morro Cabeça Tempo (PI)	24,5821042	Bom Jesus Amparo (MG)	18,211619
Pirambu (SE)	23,8977178	Japi (RN)	18,1093807
Cacimba de Dentro (PB)	23,8834488	Caraúbas do Piauí (PI)	18,0995475
Pureza (RN)	23,7416904	Aguiar (PB)	18,0831826
Riacho Frio (PI)	23,5793445	Itabaianinha (SE)	17,9902339
Itapororoca (PB)	23,5335647	Umbaúba (SE)	17,8300793
Conde (PB)	23,364486	Boqueirão (PB)	17,7640928
São Braz do Piauí (PI)	23,1857176	Caldas Brandão (PB)	17,7399326
Várzea Grande (PI)	23,0627306	Gracho Cardoso (SE)	17,7147919
São João do Cariri (PB)	23,0202578	Aliança do Tocantins (TO)	17,6335743
Flores do Piauí (PI)	22,9042602	Gracho Cardoso (SE)	17,7147919
Bocaina (PI)	22,8885328		

Fonte: Elaboração própria, com base nos dados do Ministério da Saúde e (IBGE).

Figura 6- Número de municípios com alta prevalência por estados



Fonte: Elaboração própria.

4.2 Resultados das Regressões

Como não é possível a comparação das influências das variáveis a partir dos coeficientes estimados para as variáveis dos diferentes modelos econométricos, os resultados das estimativas dos modelos de regressão são apresentados através dos efeitos marginais das mesmas a partir da Tabela 4, a seguir. Como discutido, quatro modelos foram considerados, Poisson (coluna (1)), Binomial Negativa (NB, coluna (2)), o modelo de Poisson Inflado para Zeros (I-Poisson, coluna (3)) e o modelo Binomial Negativo Inflado para Zeros (I-NB, coluna (4)).

A partir da referida tabela, é possível notar que, para a grande maioria das variáveis, os resultados são qualitativamente semelhantes, independentemente do modelo utilizado⁵. A escolha entre os modelos, como já discutido, é feita a partir de testes de especificação. Neste sentido, note-se, de início, que a estatística do teste de Razão de Verossimilhança (LR modelos), que considera a existência de *over-dispersion*, é significativa ao nível de 5%, o que nos leva a rejeitar o modelo tradicional de Poisson em favor da Binomial Negativa. Note-se, porém, que a estatística proposta por Voung (1989) também é significativa a 5%, o que indica que o modelo Binomial Negativo Inflado para Zeros é ainda mais adequado que o modelo Binomial Negativo tradicional (coluna (4)). Finalmente, também é possível notar que o teste para escolha entre os

⁵ São exceções as variáveis “Analfabetismo”, “Urbanização”, “Descarte Final Resíduos Sólidos”, “Altitude” e “Chuva Verão”.

modelos inflados para zero (LR modelos, coluna (4)) indica que o modelo Binomial Negativo Inflado para Zeros é preferível ao modelo de Poisson Inflados para Zeros. A análise dos efeitos marginais é feita, portanto, a partir das estimativas da coluna (4) da Tabela 4.

Neste sentido, note-se que tanto variáveis socioeconômicas, como de clima e localização influenciam as ocorrências de casos confirmados de Microcefalia, embora nem todas apresentem significância estatística. Mais especificamente, no caso das variáveis socioeconômicas, é possível notar que os casos municipais de Microcefalia tendem a aumentar com elevação da renda, da taxa de urbanização, da proximidade às capitais e com a presença de água e saneamento inadequados. Tais efeitos, contudo, são praticamente pouco substantivos; no caso da renda, por exemplo, os efeitos marginais estimados indicam um caso adicional de Microcefalia seria obtido apenas com um aumento de R\$ 5000 da renda (o que equivale a cerca de 20 vezes o desvio-padrão da renda) e no caso da taxa de urbanização a mudança da situação sem urbanização para completa urbanização aumentaria o número de casos em 0,2493. Messina *et al*, 2016 afirmam que há uma ligação bem estabelecida entre as áreas urbanas, algumas doenças transmitidas por vetores e seus vetores.

De toda a forma, independentemente dos valores das demais variáveis de clima e região, um número maior de casos de Microcefalia não tende em geral a ocorrer nos municípios mais pobres, menos urbanizados e mais distantes das capitais, mas ao contrário. Note-se que tais resultados são consistentes, por um lado, com a ocorrência da Microcefalia em crianças de famílias pobres de municípios mais ricos e, por outro, com a possibilidade da existência de maior desigualdade na provisão de adequada infraestrutura domiciliar urbana nestes municípios mais ricos. A proximidade às capitais possivelmente se justifica com a hipótese de que o vírus tenha sido introduzido no país pelos portos, aeroportos ou fronteiras. Outro viés importante seria a saída das favelas das periferias em direção às grandes cidades. Neste sentido, note-se que os resultados também confirmam que a importância de serviços adequados de água e saneamento para a redução do número de casos de Microcefalia.

A possibilidade adicional de transmissão do vírus Zika pelo mosquito *Culex* (FIOCRUZ, 2017) é de fundamental importância para a possibilidade de potencialização do número de casos dada às precárias condições de saneamento básico, contaminação de águas fluviais, fornecimento irregular de água e coleta escassa de resíduos sólidos ao longo do país, com destaque para a Região Nordeste.

Vale destacar que condições favoráveis de acesso à água e ao saneamento são fundamentais para a prevenção das arboviroses e estão associadas a maior expectativa de vida e menor mortalidade, tendo, ademais, impactos positivos sobre a mortalidade infantil, na infância e materna. (MÚJICA *et al*, 2015)

Em relação às variáveis de clima, os resultados obtidos e apresentados na Tabela 4 estão, em geral, de acordo com as expectativas. Assim, note-se que há uma associação positiva entre temperatura municipal e casos de Microcefalia e com a quantidade de chuvas no inverno e no verão. De acordo com a estimativa para temperatura, por exemplo, um caso adicional de microcefalia está associado a um aumento em cerca de 13^o C de temperatura média anual municipal (valor correspondente a cerca de 4 vezes o desvio-padrão da variável). Já em relação a precipitação pluviométrica, nota-se que municípios mais chuvosos no inverno e no verão tendem a apresentar mais casos de microcefalia. Por outro lado, aqueles mais chuvosos no outono (março-maio) apresentam, *ceteribus paribus*, menores casos de microcefalia, um resultado de difícil compreensão imediata (note-se que isto ocorre mesmo após controle para macrorregião do país). Sugere-se que as chuvas do outono possam amenizar a variável mais significativa (temperatura). Como a referida estação surge logo após o verão, quanto mais chuvas, mais possivelmente, reduz a temperatura e com isso, diminuem as possibilidades de reprodução do mosquito. Pode ocorrer ainda aumento da qualidade da imunidade humana e maior produção de alimentos. Levanta-se a possibilidade de que as chuvas no outono possam carrear as larvas depositadas no período do verão. Por outro lado, as chuvas no inverno, associadas à redução da evaporação do solo, acúmulo de águas em lixo depositado em locais inadequados e a precária drenagem e manejo de águas pluviais urbanas podem provocar maior propagação de criadouros de vetores. Não se pode deixar de mencionar a precariedade e até inexistência de saneamento básico adequado o qual obriga as populações a armazenar água de forma irregular favorecendo à proliferação do mosquito, bem como a poluição do ar decorrente de emissões industriais e da circulação de veículos.

A eliminação dos criadouros do mosquito é tarefa complexa nas cidades brasileiras, especialmente em locais onde há condições precárias nas residências e em seu entorno, saneamento inadequado e coleta de lixo irregular (BRAGA; VALLE, 2007). Entretanto, a principal estratégia – a diminuição do número de vetores – exige um esforço coletivo, universal e intersetorial.

Tendo em vista a capacidade de transmissão de diversas doenças e a adaptação do vetor para reprodução em coleções de água com diferentes características, o combate

ao *Aedes aegypti* deve ser priorizado como medida de prevenção, não somente da infecção pelo vírus Zika, mas também das demais arboviroses que ele transmite.

Finalmente, as *dummies* de macrorregiões confirmam a posição desfavorável dos municípios localizados no Nordeste do país quando comparados com os localizados nas demais regiões quanto à ocorrência de microcefalia. Mais especificamente, por exemplo, para mesmos valores das demais variáveis, a simples localização do município na região Sul ao invés de no Nordeste do país reduz o número de casos confirmados de microcefalia em 1,5 casos aproximadamente. O cenário nordestino quente, árido, com secas extremas e prolongadas, solo empobrecido com impacto substancial na agricultura e pecuária, capacidade limitada de adaptação às mudanças climáticas e migrações rural-urbana, por carências econômicas, sociais, culturais, intelectuais e nutricionais torna a Região Nordeste especialmente vulnerável e susceptível às influências das mudanças climáticas na saúde física e mental de sua população. A Organização Mundial de Meteorologia alerta que o aumento da concentração de gases do efeito estufa alcança um novo recorde em 2016, atingindo o nível mais alto em 800 mil anos, como resultado das atividades humanas combinadas com um intenso episódio de *El Niño* que podem gerar distúrbios ecológicos e econômicos, sem precedentes.

Nenhuma região do mundo está imune a estas consequências, porém, os resultados deste estudo demonstram que as características individuais municipais e a ausência de políticas públicas sérias de mitigação fazem das famílias das crianças com microcefalia os principais mártires mundiais da epidemia em curso. “Portanto, abordar as mudanças climáticas pode ser a maior oportunidade global de saúde do século XXI” (WATTS *et al*, 2015).

Tabela 4 – Condicionantes dos casos de Microcefalia nos municípios brasileiros – Efeitos Marginais

	Poisson	NB	I-Poisson	I-NB
	(1)	(2)	(3)	(4)
Renda <i>per capita</i>	0,0003** (0,0001)	0,0003** (0,0001)	0,0003** (0,0001)	0,0002** (0,0001)
Analfabetismo	-0,0067** (0,0032)	-0,0011 (0,0030)	-0,0065** (0,0021)	-0,0018 (0,0028)
Índice de Gini	-0,2811 (0,4377)	-0,1531 (0,4404)	0,1071 (0,3332)	-0,1666 (0,4072)
Urbanização	0,2381* (0,1277)	0,2667** (0,1270)	0,1465 (0,1024)	0,2493** (0,1171)
Cobertura Atenção Básica	0,0017	-0,0005	0,0012	-0,0005

	(0,0012)	(0,0011)	(0,0009)	(0,0011)
Água e Saneamento inadequados	0,0068**	0,0052**	0,0061**	0,0051**
	(0,0022)	(0,0020)	(0,0017)	(0,0019)
Coleta de Lixo	0,0021	0,0022	0,0032*	0,0025
	(0,0022)	(0,0021)	(0,0018)	(0,0019)
Descarte Final Resíduos Sólidos	0,0891*	0,0150	0,0595**	0,0355
	(0,0478)	(0,0396)	(0,0267)	(0,0371)
Distância à capital	-0,0007**	-0,0006**	-0,0004**	-0,0004**
	(0,0002)	(0,0001)	(0,0001)	(0,0001)
Área	-0,0073	-0,0229	-0,0235	-0,0237
	(0,0243)	(0,0207)	(0,0143)	(0,024)
Densidade	-0,0001	0,0001	-0,0001	0,0001
	(0,0001)	(0,0001)	(0,0001)	(0,0001)
Altitude	-0,0005*	0,0002*	-0,0004	-0,0001
	(0,0002)	(0,0001)	(0,0001)	(0,0001)
Chuva Inverno	0,0013**	0,0019**	0,0018**	0,0033**
	(0,0011)	(0,0005)	(0,0003)	(0,0005)
Chuva Verão	0,0003	0,0002	-0,0002	0,0010**
	(0,0005)	(0,0003)	(0,0003)	(0,0004)
Chuva Primavera	0,0013	-0,0001	0,0012**	-0,0011
	(0,0011)	(0,0008)	(0,0005)	(0,0008)
Chuva Outono	-0,0026**	-0,0024**	-0,0022**	-0,0026**
	(0,0005)	(0,0005)	(0,0003)	(0,0005)
Temperatura	0,0759**	0,0861**	0,0727**	0,0760**
	(0,0217)	(0,0205)	(0,0147)	(0,0190)
Norte	-0,8861**	-0,6738**	-0,7993**	-0,5578**
	(0,1528)	(0,1213)	(0,774)	(0,1160)
Sudeste	-1,0398**	-0,9819**	-0,9178**	-0,7822**
	(0,1411)	(0,1384)	(0,0807)	(0,1158)
Sul	-1,7994**	-1,5646**	-1,6490**	-1,5214**
	(0,2276)	(0,1984)	(0,1368)	(0,1791)
Centro-Oeste	-0,6051**	-0,3966**	-0,4637**	-0,3734**
	(0,1538)	(0,1182)	(0,0803)	(0,1187)

LR coeficientes	765,75**	917,75**	1451,42**	307,15**
Pseudo R2	0,32731	0,1429	-	-
LR modelos	-	409,43**	-	300,37**
Vuong (1989)	-	-	-	4,74**
Observações	5165	5165	5165	5165

Obs: Desvio-padrão entre parênteses. Valores representam efeitos marginais médios. Todas as estimativas foram obtidas por Máxima-verossimilhança. “***” e “**” indicam significância estatística ao menos a 5% e 10%, respectivamente.

5 Considerações Finais

O desenvolvimento do presente estudo possibilitou a identificação e análise dos fatores que influenciam a ocorrência da Síndrome Congênita do Zika Vírus (microcefalia) nos municípios brasileiros. Além disso, também permitiu caracterizar a referida prevalência para entender como a doença se distribui segundo a característica dos lugares que ela habita e estimar a influência dos condicionantes socioeconômicos e ambientais municipais sobre ela para auxiliar na identificação de medidas mais efetivas na prevenção e controle da epidemia em curso.

O modelo estatístico indicou que a temperatura, chuva no inverno e localização geográfica da região Nordeste influenciam positivamente (O aumento dos valores gera um aumento no número de casos) com significância robusta, enquanto que a influência positiva da renda per capita, urbanização e saneamento básico são pouco significativas.

Em contrapartida, sugere-se que a presença maior de chuva no outono influencia negativamente (o aumento da quantidade de chuvas induz à redução no número de casos) de maneira robusta. A influência negativa da área territorial, distância às capitais e analfabetismo sofrem influência negativa pouco significativa. O índice de Gini, densidade demográfica, altitude, cobertura da Atenção Básica, chuvas na primavera foram discordantes pelo modelo (não apresentou efeito). Sendo a temperatura e saneamento básico indiscutivelmente significativos para a influência no número de casos comprovada por este estudo e outros estudos citados, faz-se necessário um foco especial para os fatores estimulantes do aquecimento global e o cumprimento das leis que regem o Saneamento Básico brasileiro. Períodos extensos com racionamento de água, ausência de abastecimento satisfatório de água expõe a necessidade das comunidades em armazenar água para consumo.

Em suma, “o que move a ciências são as perguntas”, logo, a pesquisa instiga ao questionamento: Por que na Região Nordeste há mais casos confirmados de microcefalia,

independente da temperatura, do acesso à água e saneamento básico adequado, da chuva, altitude, da umidade relativa do ar, renda, pobreza e da desigualdade social? Seria a dieta? Associação com outras patologias, baixa cobertura vacinal? Comportamento sexual?

Sugere-se outros estudos que possam mensurar os fatores específicos da transmissão sexual do ZIKV para uma maior compreensão desta epidemia que ainda se configura como singular para a comunidade científica mundial.

Deseja-se que este estudo possa servir para que os gestores tenham, à sua disposição, informações relevantes e pertinentes, de modo que estas se configurem em subsídios para otimizar seu respectivo desempenho e posterior elaboração de políticas públicas culturalmente adequadas e uma melhor compreensão das causas da disseminação da epidemia com a missão de zelar pelos recursos que são necessários para controlar ou erradicar o vírus da Zika no Brasil.

Referências

Braga, I.A. e Valle, D. *Aedes aegypti*: histórico do controle no Brasil. *Epidemiol Serv Saude*. 2007 jun.; 16(2):113-8, 2007.

Brasil. Lei nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007. *Lei Federal do Saneamento Básico*. Brasília, DF, 2007. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm>. Acesso em: 10 jan.2018.

Brasil. Lei nº12.305 de 02 de agosto de 2010. *Política Nacional de Resíduos Sólidos*. Brasília, DF, 2002^a. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 03 jan.2018.

Brasil. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Diretoria de Pesquisas. Coordenação de População e Indicadores Sociais. *Pesquisa de informações básicas municipais: perfil dos municípios brasileiros 2011* [Internet]. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; 2012 [citado 2016 fev 03]. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Perfil_Municipios/2011/munic2011.pdf>. Acesso em: 04 abr.2017.

Brasil. *Ministério da Saúde confirma relação entre vírus Zika e microcefalia*. 28 de novembro de 2015. [Internet]. Nota à imprensa. 2015 [cited 2015 Dec 6]. Disponível em: <<http://portalsaude.saude.gov.br/index.php/cidadao/principal/agencia-saude/21014-ministerio-da-saude-confirma-relacao-entre-virus-zika-e-microcefalia>>. Acesso em: 28 mar.2016.

Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. *Protocolo de atenção à saúde e resposta à ocorrência de microcefalia relacionada à infecção pelo vírus Zika*. Brasília: Ministério da Saúde, 2016

Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde/Secretaria de Atenção à Saúde. *Orientações integradas de vigilância e atenção à saúde no âmbito da Emergência de Saúde Pública de Importância Nacional / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Secretaria de Atenção em Saúde. – Brasília: Ministério da Saúde, 2016b.*

Cameron, A.C.; Trivedi, P.K. *Microeconometrics: Methods and Applications*. Cambridge: Cambridge University Press, 2005.

Cameron, A.C.; Trivedi, P.K. *Microeconometrics Using Stata*. Lakeway Drive: Stata Press, 2010.

Centers for Disease Control and Prevention (CDC). *Assessing the effectiveness of disease and injury prevention programs: costs and consequences*. MMWR 1995; 44 (No. RR-10). Disponível em: <<https://www.cdc.gov/mmwr/PDF/rr/rr4410.pdf>>. Acesso em: 20 dez.2017.

Fauci, Anthony S.; Morens, David M. Zika Virus in the Americas: yet another arbovirus *threat*. *New England Journal of Medicine*, v. 374, n. 7, p. 601- 604, fev. 2016. Disponível em: <<http://www.nejm.org/doi/pdf/10.1056/NEJMp1600297> >. Acesso em: 07 nov.2017.

Faye, O. *et al.* Molecular evolution of Zika virus during its emergence in the 20(th) century. *PLoS Neglected Tropical Disease*, v. 8, n. 1, p. e2636. 2014. Disponível em: <<http://10.1371/journal.pntd.0002636>>. Acesso em: 12 mai.2017.

Fiocruz. *Fiocruz identifica mosquito Culex com potencial de transmissão do vírus Zika*. 2017. Disponível em: <<https://portal.fiocruz.br/pt-br/content/fiocruz-identifica-mosquito-culex-com-potencial-de-transmissao-do-virus-zika-no-recife>>. Acesso em: 10 mar.2017.

Gili, J.A, *et al*; 2016. *Descriptive analysis of high birth prevalence rate geographical clusters of congenital anomalies in South America*. *BirthDefectsResearchPart A - Clinicaland Molecular Teratology*2016; 106: 257–66.

Henriques, C. M. P. *et al.* Desafios para o enfrentamento da epidemia de microcefalia. *Epidemiol. Serv. Saúde*, Brasília, 25(1):7-10, jan-mar 2016.

Leal Filho, *et al*, 2017. Climate change and health: An analysis of causal relations on the spread of vector-borne diseases in Brazil. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.144>>. Acesso em 12 jan. 2018.

Marinho, F.; *et al.* (2016) Microcefalia no Brasil: prevalência e caracterização dos casos a partir do Sistema de Informações sobre Nascidos Vivos (Sinasc), 2000-2015, *Epidemiol. Serv. Saúde*, 2016, *Ahead of Print*.

Mújica, O.J; Haeberer, M. *et al.* (2015) Health inequalities by gradients of access to water and sanitation between countries in the Americas, 1990 and 2010. *Rev Panam Salud Publica* 38(5), 2015. Disponível em: <https://www.scielosp.org/scielo.php?pid=S102049892015001000001&script=sci_arttext&tlng=pt >. Acesso em: 9 nov.2017.

Oliveira, W.K; Coelho, G.E; França, G.V.A. *Boletim Epidemiológico - Situação epidemiológica de ocorrência de microcefalias no Brasil*, 2015. *Bol.Epidemiológico da SVS/MS* [Internet] 2015;46(34):1–3. Disponível em: <<http://portalsaude.saude.gov.br/images/pdf/2016/novembro/19/Microcefalia-bol-inal.pdf>>. Acesso em: 6 jan. 2017.

Organización Mundial de la Salud (OMS); Centers for Disease Control and Prevention (CDC); International Clearinghouse for Birth Defects Surveillance and Research (CBDSR). *Vigilancia de anomalías congénitas: manual para gestores de programas*. Ginebra: Organización Mundial de la Salud; 2015. Disponível em: <http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/177241/1/9789243548722_spa.pdf?ua=1&ua=1>. Acesso em: 08 dez. 2017.

Organización Mundial de la Salud (OMS). *Esquema de clasificación de los países en relación con el virus de Zika*. Orientaciones Provisionales 2017. Disponível em: <<http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/254833/1/WHO-ZIKV-SUR-17.1-spa.pdf>>. Acesso em: 08 dez. 2017.

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo PNUD. *Evaluación Del Impacto Socioeconómico Del Virus Del Zika En América Latina Y El Caribe: Brasil, Colombia y Surinam como estudios de caso*. Nueva York, Estados Unidos. AticoGrafica/Shutterstock. 2017. Disponível em: <www.undp.org/zika>. Acesso em: 26 mai 2017.

SEVS/SES-PE. *Informe Técnico – n° 09/2017 Síndrome congênita associada à infecção pelo vírus Zika (SCZ) Período de Referência: SE 30/2015 (26/07/15 a 01/08/15) a SE 18/2017 (30/04/2017 a 06/05/2017)*. Disponível em: <https://docs.wixstatic.com/ugd/3293a8_78d22455bd7d4fca9926d290167731ca.pdf>. Acesso em: 22 mai. 2017.

United Nations. World General Assembly Resolution 64/292: The Human Right to Water and Sanitation. New York: UN; 2010. Disponível em: www.un.org/es/comun/docs/?symbol=A/RES/64/292&lang=E. Acesso em: 4 jun. 2017.

Universidade Aberta Do Sus –UNASUS. *Zika–Abordagem Clínica na Atenção Básica*. 2016. Disponível em: <<http://www.arca.fiocruz.br/bitstream/icict/15672/1/Zika%20%20Abordagem%20cl%C3%ADnica%20na%20aten%C3%A7%C3%A3o%20b%C3%A1sica.pdf>>. Acesso em: 18 Abr. 2017.

Vuong, Q.H. *Likelihood ratio tests for model selection and nonnested hypotheses*. 1989 *Econometrica* 57: 307-333.

World Health Organization. *Avaliação de bebês com microcefalia no contexto do vírus Zika - Orientações Provisórias* - 30/08/2016a. Disponível em: <<http://www.who.int/csr/resources/publications/zika/assessment-infants/en/>> Acesso em 15 fev. 2017.

World Health Organization. Website of Global Outbreak Alert and Response Network (GOARN). *Collaboration of existing institutions and networks, constantly alert and ready to respond*. 2016b. Disponível em: <http://www.who.int/ihr/alert_and_response/outbreak-network/en/>. Acesso em: 31 out. 2016.

WHO. Disease Outbreak News (DONs): *Zika virus*. Outubro- Dezembro 2015. Disponível em: <<http://www.who.int/csr/don/em>>. Acesso em: 5 nov. 2016.