



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**FACULDADE DE MEDICINA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SAÚDE PÚBLICA**  
**MESTRADO EM SAÚDE PÚBLICA**

**REBECA BANDEIRA BARBOSA**

**ANÁLISE ESPACIAL E TEMPORAL DA CHIKUNGUNYA NO ESTADO DO  
CEARÁ NOS ANOS DE 2016 E 2017.**

**FORTALEZA**

**2019**

REBECA BANDEIRA BARBOSA

ANÁLISE ESPACIAL E TEMPORAL DA CHIKUNGUNYA NO ESTADO DO CEARÁ  
NOS ANOS DE 2016 E 2017.

Defesa de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Saúde Pública do Departamento de Saúde Comunitária da Faculdade de Medicina da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Saúde Pública. Área de concentração: Epidemiologia das Doenças Transmissíveis e não Transmissíveis.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Henrique  
Morais de Alencar

Coorientador: Luciano Pamplona de Góes  
Cavalcanti

FORTALEZA

2019

REBECA BANDEIRA BARBOSA

ANÁLISE ESPACIAL E TEMPORAL DA CHIKUNGUNYA NO ESTADO DO CEARÁ  
NOS ANOS DE 2016 E 2017.

Defesa de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Saúde Coletiva do Departamento de Saúde Comunitária da Faculdade de Medicina da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Saúde Pública. Área de concentração: Epidemiologia das Doenças Transmissíveis e não Transmissíveis.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Henrique Morais de Alencar.

Coorientador: Luciano Pamplona de Góes Cavalcanti

Aprovada em: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Carlos Henrique Morais de Alencar (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará – UFC

---

Prof. Dr. Luciano Pamplona de Góes Cavalcanti  
Universidade Federal do Ceará – UFC

---

Profª. Drª. Daniele Rocha Queiroz Lemos  
Centro Universitário Christus (UNICHRISTUS)

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida, pela força, ânimo e por me permitir realizar um sonho tão almejado desde os tempos de colégio. Que Ele siga iluminando meus passos e permitindo que eu me torne cada vez mais realizada em minha carreira.

Agradeço aos meus pais, Airton Barbosa e Goretti Bandeira, por serem meu alicerce, minha base, meu tudo. Por me criarem para o mundo e implantarem em mim a coragem e independência desde muito nova. Nunca colocaram limites para os meus sonhos, mesmo aqueles audaciosos, sempre apoiando as minhas decisões com muito amor e leveza. Todo esforço e dedicação em minha educação não foi em vão. Esse título também é de vocês. À minha irmã, Lorna Bandeira, por ser quase uma segunda mãe para mim, por me escutar e compartilhar tantos momentos difíceis e cansativos, essa vitória é nossa. Ao meu irmão Gorton Bandeira e meu cunhado Henrique Oliveira, pela animação em dias tão difíceis. À minha sobrinha Loren, que é o amor da minha vida e me ensina a ver beleza nas situações mais simples da vida.

Ao meu orientador, Prof<sup>o</sup> Henrique, que tanto admiro e respeito, que hoje se tornou um amigo. Que me ajudou a crescer pessoalmente e profissionalmente, sem dúvida o exercício da minha carreira docente nunca mais foi o mesmo sem seus ensinamentos. Muitos são orientadores, mas poucos possuem o dom de orientar e de fazer a diferença na vida dos orientando, e o senhor faz parte desse rol restrito que possuem esse dom e que faz a diferença. Obrigada por prezar pela saúde emocional e acreditar em mim.

Ao meu Co-orientador, Prof<sup>o</sup> Luciano Pamplona, pela leveza e solicitude que sempre demonstrou em todos os momentos. Pelas palavras de ânimo e encorajamento nos momentos árdus dessa caminhada.

Aos meus amigos mais próximos que enfrentaram essa árdua batalha comigo ao longo desses dois anos e sempre me deram força para continua, em especial às minhas melhores amigas Bárbara e Suzy, que apesar de outros estados nos separar

fisicamente, nunca deixaram de dar suporte, carinho e força, vocês são as irmãs que a vida meu deu.

Às minhas companheiras de mestrado que se tornaram amigas e confidentes, Clarice e Joyse...nós conseguimos. Obrigada pelo compartilhar, por serem coluna em alguns momentos tão árduos, eu sozinha não conseguiria. Minha eterna gratidão a vocês.

Ao meu grupo de pesquisa amado, GEDA que vai além de estudos e pesquisas, mas se tornou uma família que se apoia, se ajuda, que torce pelo sucesso uns dos outros. Obrigada por tornar o universo acadêmico mais leve e acolhedor.

A Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (Funcap) pelo financiamento por meio do edital 01/2017 - SUS / PPSUS-CE FUNCAPSESA-Decit/SCTIE/MS-CNPq.

Por fim, a Universidade Federal do Ceará, casa durante alguns anos da minha vida e que tenho orgulho de pertencer e lutar por ela.

*“A tarefa não é tanto ver aquilo que ninguém viu, mas pensar o que ninguém ainda pensou sobre aquilo que todo mundo vê”.*

*Arthur Schopenhauer*

## RESUMO

**INTRODUÇÃO:** a Chikungunya é uma arbovirose causada por um alfavirus que pertence à família *Togaviridae*. A característica principal da doença é a artralgia severa e incapacitante presente nos pacientes acometidos. Alguns fatores podem levar à cronificação da mesma. Ela foi relatada pela primeira vez no ano de 1952 na Tanzânia, África. E desde então houve epidemias espalhadas em vários países. Em 2010, no Brasil, foram registrados os primeiros casos importados de Chikungunya e em 2014 surgiram os primeiros casos autóctones. A partir de então se espalhou de forma explosiva pelo país, tendo maior concentração de casos na região Nordeste. No Ceará nos anos de 2016 e 2017 foram registrados mais de 102.000 casos confirmados de Chikungunya. Como ferramenta para observar e analisar a distribuição espacial e a tendência temporal de eventos o Geoprocessamento, os Sistemas de Informação Geográfica e a Estatística Espacial são utilizados, a fim de detectar possíveis padrões de comportamento espacial e temporal desses eventos. **OBJETIVO:** caracterizar os padrões espaciais e temporais da Chikungunya no estado do Ceará nos anos de 2016 e 2017. **MÉTODO:** o estudo possui duas etapas. A primeira etapa consistiu na análise da tendência temporal dos casos de Chikungunya, onde foram calculados os coeficientes semanais de incidência. Nesse modelo, a incidência semanal foi considerada como a variável dependente, sendo as semanas epidemiológicas consideradas as variáveis independentes, possibilitando a identificação do melhor ajuste entre os pontos. Para essa análise foi utilizado Modelo de Regressão de Poisson no Joinpoint Regression Program. A segunda etapa consistiu na análise da distribuição espacial da incidência de chikungunya no Ceará. Para esta análise foi utilizado o software *Terraview®* e a visualização dos mapas foi realizada no *ArcGIS®*. A suavização dos indicadores foi realizada por meio do Índice de Moran (I) e verificação da autocorrelação espacial. **RESULTADOS:** Houve concentração de casos, com picos da doença, nas semanas epidemiológicas 5 a 25 e, após esse período, houve uma redução. Foram evidenciados os padrões da distribuição espacial e identificadas agregados espaciais de municípios de alta frequência para o coeficiente de incidência de casos confirmados de chikungunya no estado do Ceará nas epidemias de 2016 e 2017. **CONCLUSÃO:** Os casos, nas duas ondas epidêmicas, tiveram distribuição em todo o estado do Ceará de forma heterogeneidade evidenciando que em todo o estado havia condições favoráveis para a transmissão da doença e uma população susceptível à chikungunya.

**Palavras-Chaves:** Chikungunya; Epidemiologia, Análise Espacial; Saúde Pública.

## ABSTRACT

Chikungunya is an arbovirus caused by an alphavirus belonging to the *Togaviridae* family. The main characteristic of the disease is the severe and disabling arthralgia present in the affected patients. Some factors may lead to its chronification. It was first reported in the year 1952 in Tanzania, Africa. And since then there have been epidemics spread in many countries. In 2010 in Brazil the first cases imported from Chikungunya were registered and in 2014 the first indigenous cases arose. Since then it has spread explosively throughout the country, with a higher concentration of cases in the Northeast. In Ceará in 2016 and 2017 were recorded more than 102,000 confirmed cases of Chikungunya. As a tool to observe and analyze the spatial distribution and temporal trend of events, Geoprocessing, Geographic Information Systems and Spatial Statistics are used in order to detect possible patterns of spatial and temporal behavior of these events. **OBJECTIVE:** To characterize the spatial and temporal patterns of Chikungunya in the state of Ceará in 2016 and 2017. **METHOD:** The study has two stages. The first stage consisted of analyzing the temporal trend of Chikungunya cases, which calculated the weekly incidence coefficients of the cases, which were considered as dependent variables, and the epidemiological weeks were considered the independent variables, allowing the identification of the best fit between the points. For this analysis we used Poisson Regression Model in the Joinpoint Regression Program. The second stage consisted of analyzing the spatial distribution of the incidence of chikungunya in Ceará. Terraview® will be used for this analysis and map visualization was performed in ArcGIS®. The smoothing of the indicators was performed through the Moran Index (I) and verification of spatial autocorrelation. **RESULTS:** There was a concentration of cases with peaks in the epidemiological weeks 5 to 25 and, after this period, there was a reduction. Spatial distribution patterns were evidenced and spatial aggregates from high frequency municipalities were identified for the incidence rate of confirmed cases of chikungunya in the state of Ceará in the 2016 and 2017 epidemics. **CONCLUSION:** The cases, in both epidemic waves, were distributed in heterogeneously throughout the state of Ceará, evidencing that throughout the state there are favorable conditions for the incidence of cases and a population susceptible to chikungunya.

Key words: Chikungunya; Epidemiology, Spatial Analysis; Public health.

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Casos Confirmados em Fortaleza por mês entre os anos de 2014 a 2018. .....	15
<b>Tabela 2</b> -Análise de regressão <i>Joinpoint</i> dos casos confirmados de Chikungunya no Ceará no ano de 2016 segundo características sociodemográficas. ....	32
<b>Tabela 3</b> - Análise de regressão <i>Joinpoint</i> dos casos confirmados de Chikungunya no Ceará no ano de 2017 segundo características sociodemográficas .....	35

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Estrutura da partícula do vírus chikungunya.....	3
<b>Figura 2</b> - Ciclo de transmissão silvestre e urbana da chikungunya. ....	4
<b>Figura 3</b> – Espectro clínico da chikungunya.....	5
<b>Figura 4</b> – Lesão Articular de pacientes na fase aguda da chikungunya. ....	6
<b>Figura 5</b> – Lesão Articular de pacientes com Chikungunya.....	8
<b>Figura 6</b> - Área de transmissão do vírus Chikungunya no mundo, 2015. ....	11
<b>Figura 7</b> - Distribuição Espacial dos Casos Importados e Autóctones no Brasil, 2014. .....	12
<b>Figura 8</b> - Distribuição Espacial do Aedes aegypti no Mundo .....	13
<b>Figura 9</b> - Distribuição Espacial do Aedes albopictus no Mundo.....	13
<b>Figura 10</b> - Distribuição dos casos notificados de CHIKV, por Semana Epidemiológica no Ceará em 2016 e 2017.....	14
<b>Figura 11</b> – Distribuição dos casos notificados, confirmados e descartados de CHIKV, por SE no Ceará, 2017.....	15
<b>Figura 12</b> - Contribuição de PCR e exames de sangue para o diagnóstico de chikungunya, de acordo com o atraso após a infecção.....	16
<b>Figura 13</b> – Conduta clínica de pacientes com suspeita de Chikungunya .....	18
<b>Figura 14</b> - Mapa do estado do Ceará por municípios.....	25
<b>Figura 15</b> Coeficientes de incidência de casos de Chikungunya em 2016, por semana epidemiológica. ....	29
<b>Figura 16</b> - Coeficientes de incidência de casos de Chikungunya em 2016, por semana epidemiológica. ....	30
<b>Figura 17</b> Análise de regressão Joinpoint dos casos femininos confirmados de Chikungunya no Ceará no ano de 2016.....	74
<b>Figura 18</b> Análise de regressão Joinpoint dos casos femininos confirmados de Chikungunya no Ceará no ano de 2017.....	74
<b>Figura 19</b> Análise de regressão Joinpoint dos casos masculinos confirmados de Chikungunya no Ceará no ano de 2016 e 2017. ....	75
<b>Figura 20</b> Análise de regressão Joinpoint dos casos confirmados de Chikungunya no Ceará no ano de 2016 e 2017 – Por Faixa Etária (0 – 9a) .....	76

<b>Figura 21</b> Análise de regressão Joinpoint dos casos confirmados de Chikungunya no Ceará no ano de 2016 e 2017 – Por Faixa Etária (10 – 19a) .....	77
<b>Figura 22</b> Análise de regressão Joinpoint dos casos confirmados de Chikungunya no Ceará no ano de 2016 e 2017 – Por Faixa Etária (20 a 59) .....	77
<b>Figura 23</b> Análise de regressão Joinpoint dos casos confirmados de Chikungunya no Ceará no ano de 2016 e 2017 – Por Faixa Etária ( $\geq 60a$ ).....	79
<b>Figura 24</b> Análise de regressão Joinpoint dos casos confirmados de Chikungunya no Ceará no ano de 2016 e 2017 – Zona Urbana .....	80
<b>Figura 25</b> Análise de regressão Joinpoint dos casos confirmados de Chikungunya no Ceará no ano de 2016 e 2017 – Zona Rural .....	81

**LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

APC	Annual Percent Change
CRES	Coordenadorias Regionais de Saúde
CHIKV	Vírus Chikungunya
ECSA	Leste/Centro/Sul-africano
EVA	Escala Visual Analógica
ELISA	EnzymeLinked Immunosorbent Assay
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IC95%	Intervalo de Confiança de 95%
IOL	Oceano Índico
RNA	Ácido Ribonucléico
RT-PCR	Reação Em Cadeia Da Polimerase
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SIMDA	Sistema de Monitoramento Diário de Agravos
SINAN	Sistema de Informação de Agravos de Notificação
SE	Semana Epidemiológica
TI	Taxa de Incidência

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
1.1 Agente Etiológico .....	2
1.2 Ciclo de Transmissão.....	3
1.3 Aspectos Clínicos.....	5
1.4 Epidemiologia.....	9
1.4.1 <i>Situação Epidemiológica da Chikungunya no Mundo.....</i>	10
1.4.2 <i>Situação Epidemiológica da Chikungunya no Brasil .....</i>	11
1.4.3 <i>Situação Epidemiológica da Chikungunya no Ceará.....</i>	14
1.5 Diagnóstico e Tratamento.....	15
1.6 Vigilância Epidemiológica da Chikungunya .....	18
1.7 Análise Espacial no Controle das Arboviroses .....	19
1.8 Análise Temporal na Saúde Pública .....	21
1.9 Justificativa .....	21
<b>2. OBJETIVOS .....</b>	<b>23</b>
2.1 Objetivo Geral .....	23
2.2 Objetivos Específicos.....	23
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>24</b>
1.1 Tipo e período do estudo .....	24
1.2 Local do estudo .....	24
3.3 Fonte de dados .....	26
3.4 Processamento e análise de dados .....	26
3.4.1 <i>Etapa 1 - Análise da tendência temporal dos casos de Chikungunya entre 2016 e 2017.....</i>	26
3.4.2 <i>Etapa 2 – Caracterização da distribuição espacial dos casos de Chikungunya entre 2016 e 2017. ....</i>	27
3.5 Aspectos éticos .....	28
<b>4. RESULTADOS.....</b>	<b>29</b>
4.1 Análise da tendência temporal dos casos de Chikungunya no estado do Ceará em 2016 e 2017.....	29

4.2 Análise da tendência temporal dos casos de Chikungunya no estado do Ceará em 2016 e 2017.....	37
<b>5. DISCUSSÃO .....</b>	<b>46</b>
<b>6. LIMITAÇÕES DO ESTUDO.....</b>	<b>60</b>
<b>7. CONCLUSÃO .....</b>	<b>61</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>63</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>72</b>
<b>Anexo 1.....</b>	<b>72</b>
<b>Anexo 2.....</b>	<b>73</b>
<b>Anexo 3.....</b>	<b>74</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Existem particularidades apresentadas nas doenças infecciosas que as diferem das demais doenças humanas: seu caráter explosivo, dificuldade de previsibilidade ao nível global, a facilidade de sua transmissão, a relação estreita da interação entre o ambiente e o comportamento humano e como essa relação influencia na capacidade de prevenção e erradicação. Estes fatores influenciam na mudança do padrão endêmico para epidêmico dessas patologias (FAUCI; MORENS, 2012). Por consequência, nos últimos dez anos, foi observada a emergência de algumas, em especial arboviroses, como chikungunya, em diferentes países das Américas (LIMA-CAMARA, 2016).

O intenso fluxo intercontinental de pessoas favorece o aumento no risco de epidemias se transformarem em pandemias, devido ao transporte de agentes transmissíveis e indivíduos infectados que migram de forma mais acentuada (AZEVEDO; OLIVEIRA; VASCONCELOS, 2015).

Os fluxos populacionais aumentam o risco de viajantes infectados migrarem para áreas indenes transferindo patógenos ainda não detectados, ou mesmo novos sorotipos ou cepas virais mais resistentes de um determinado vírus já presente no local, causando a emergência ou reemergência de uma doença (AAGAARD-HANSEN; NOMBELA; ALVAR, 2010).

Fatores como rápidas mudanças climáticas, desmatamento, migração populacional, ocupação desordenada de áreas urbanas, precariedade das condições sanitárias propiciam o aumento da transmissão das arboviroses, tornando-as ameaças constantes nas regiões tropicais (RUST, 2011).

A entrada de novos arbovírus em países já endêmicos para a dengue, como é o caso do Brasil, é preocupante, uma vez que pode levar a um colapso nos serviços de saúde durante epidemias explosivas simultâneas. Neste caso, destaca-se a chikungunya, como uma das arboviroses que tem causado alerta e preocupação no contexto nacional (REF).

Em 2014 foram registrados 3.195 casos de febre de chikungunya no Brasil. Em 2015 foram registrados 38.499 casos suspeitos, sendo que o maior número de casos foi notificado no nordeste. Em 2016 foram confirmados 151.318 casos. Esses

dados mostram a preocupante forma explosiva com que a chikungunya se espalhou em território brasileiro, em especial na região nordeste. Do ano de 2014 a 2015 o número de casos aumentou quase 6 vezes a mais (BRASIL, 2017).

A chikungunya leva esse nome devido à sua origem, uma palavra do idioma *Makonde*, idioma falado na Tanzânia, que se assemelha a "tornar-se contorcido ou curvar-se", caracterizando a aparência encurvada dos pacientes que sofrem artralgia intensa, consequência da doença (POWERS; LOGUE, 2007).

O mosquito *Aedes aegypti* é o principal transmissor do CHIKV. Porém, em 2005-2006 na Ilha Reunião houve uma epidemia de chikungunya onde aparentemente o principal vetor responsável foi o mosquito *Aedes albopictus* (REITER; FONTENILLE; PAUPY, 2006). O *Ae. albopictus* é abundante e amplamente distribuído nas áreas urbanas do sul da Europa e sudeste dos Estados Unidos da América (SCHAFFNER; VAN BORTEL; COOSEMANS, 2004).

## 1.1 Agente Etiológico

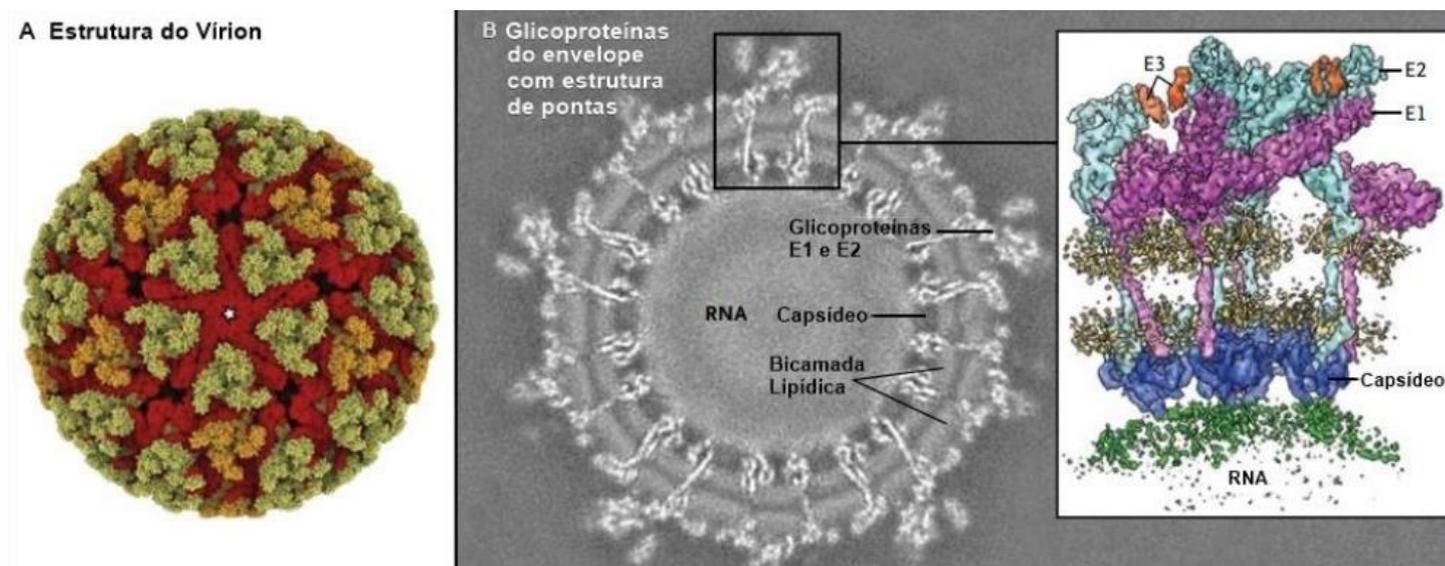
O vírus Chikungunya (CHIKV) é um alphavirus de RNA de sentido positivo, de fita única, envelopado, esférico, que pertence à família *Togaviridae*. Tem o tamanho de aproximadamente 12 kb. Tem seu genoma segmentado em quatro proteínas não estruturais (nsP1, nsP2, nsP3 e nsP4) e cinco proteínas estruturais (C, E3, E2, 6 K e E1) (ISSAC; TAN; CHU, 2014). As glicoproteínas E1 e E2 possuem importante função que propicia a replicação viral. A glicoproteína E1 é responsável pela fusão de membranas e a glicoproteína E2 permite que o vírus entre na célula por endocitose (VOSS et al., 2010).

O CHIKV apresenta apenas um sorotipo, porém quatro genótipos foram identificados com base nas regiões geográficas das epidemias. São eles: O genótipo da África Ocidental, o Leste/Centro/Sul-africano (ECSA), genótipo Asiático e o mais recente, o Oceano Índico (IOL) .

Após análises do genoma CHIKV durante a epidemia do Oceano Índico 2005-2006 identificou-se uma mutação glicoproteína do envelope E1 (E1-A226V) entre os isolados virais obtidos durante o surto. Essa mutação fez com que o vírus se adaptasse ao *Ae. albopictus*, e a capacidade do vírus de se

adaptar e replicar neste vetor provavelmente contribuiu para a magnitude do surto. Curiosamente, embora a mutação E1-A226V melhore a capacidade do vírus de infectar e replicar no *Ae. albopictus*, não tem efeito sobre a infecção de *Ae. aegypti*. (TSETSARKIN et al.,2007); (TSETSARKIN et al., 2011).

**Figura 1**– Estrutura da partícula do vírus chikungunya



Fonte: Figura esquemática representativa da estrutura dos vírus Chikungunya. A Micrografia eletrônica do vírus chikungunya B- Estrutura das glicoproteínas do envelope do vírus Chikungunya, capsídeo, RNA (Zhang et al. 2011, com modificações)

## 1.2 Ciclo de Transmissão

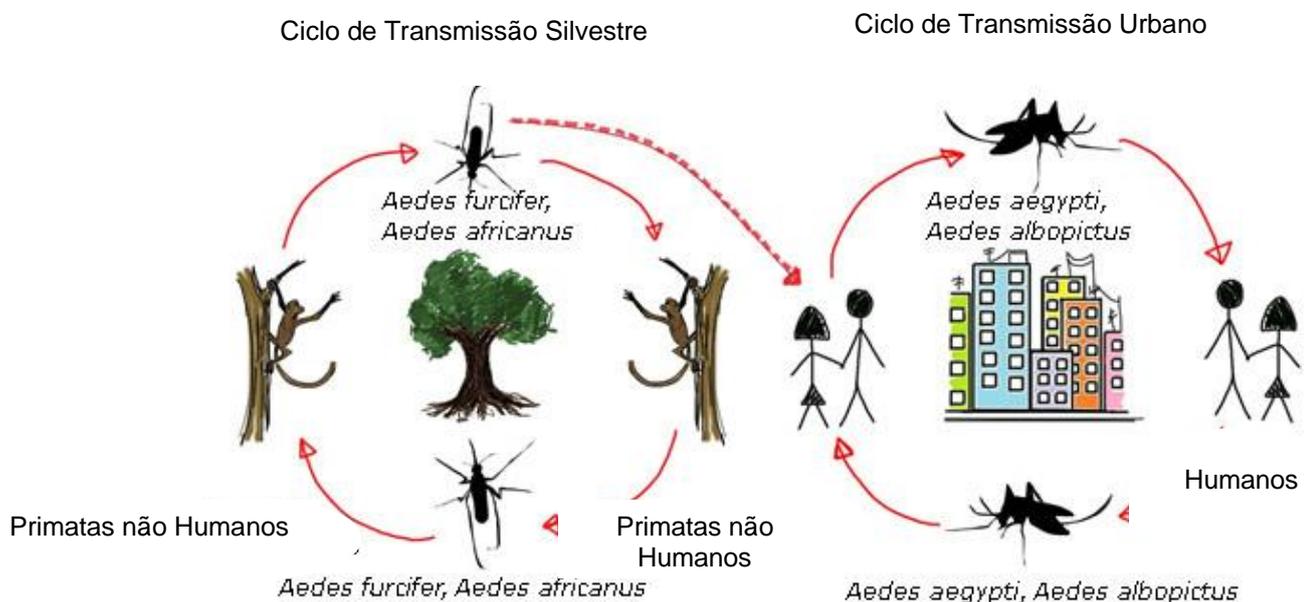
A transmissão do CHIKV ocorre pela picada de mosquitos do gênero *Aedes* ssp. Como a fêmea necessita de refeição sanguínea para formação de ovos elas que são o vetor transmissor (THIBOUTOT *et al.* 2014).

A formação dos ovos ocorre por meio de repastos sanguíneos pelas fêmeas, portanto elas são as únicas que são infecciosas. Porém, apesar dos machos não transmitirem o vírus para os humanos, eles podem transmitir para as fêmeas durante o acasalamento sustentando o ciclo (ROUGERON et al., 2015).

Em relação ao ciclo de transmissão existem dois tipos: Silvestre e urbano. O primeiro ocorre em áreas florestais e possuem vetores mosquitos *Aedes furcifer*, *Aedes taylori*, *Aedes africanus* e *Aedes luteocephalus*. Esses vetores são responsáveis pela transmissão em primatas que assumem o papel de hospedeiros e reservatórios do vírus. Roedores e aves podem ser também reservatórios do vírus durante períodos epidêmicos (FERNÁNDEZ; NAVARRO, 2015).

No ciclo urbano, os vetores responsáveis são os mosquitos *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*. São vetores com estreito relacionamento com seres humanos e nesse ciclo o humano é o principal reservatório do vírus, já que a transmissão é humana-mosquito-humana. O índice de infestação está associado a fatores ambientais e climáticos. Ambientes com alto índice de infestação e aglomerados populacionais favorecem a elevada intensidade da transmissão e manutenção dela (FERNÁNDEZ; NAVARRO, 2015).

**Figura 2** - Ciclo de transmissão silvestre e urbana da chikungunya.

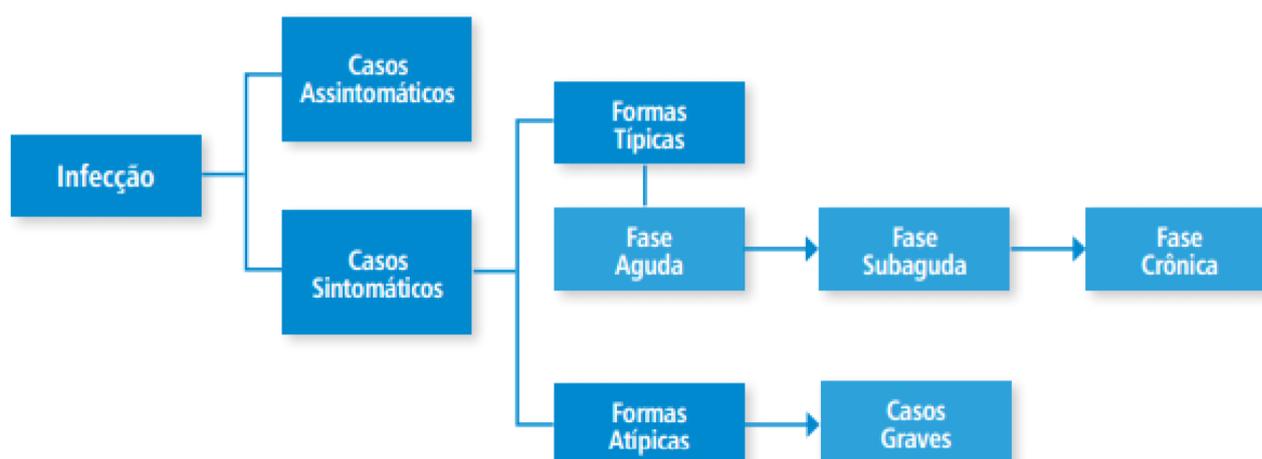


Fonte: Fernandéz; Navarro, 2015.

### 1.3 Aspectos Clínicos

A infecção por CHIKV possui até três fases, a aguda; a pós-aguda e a crônica. A ocorrência aguda pode evoluir para quadros pós-agudos e crônicos, porém não é regra. Os sintomas podem persistir por meses e até mesmo anos em pessoas sintomáticas. Estudos apontam que 3% a 28% das pessoas infectadas não apresentam sintoma algum (AIKEN; ANZINGER, 2015); (OPAS, 2011). O que levanta a reflexão que a chikungunya é uma patologia que se apresenta de maneira heterogeneia nas pessoas infectadas.

**Figura 3 –** Espectro clínico da chikungunya



Fonte: Ministério da Saúde, 2017

#### 1.3.1 Fase Aguda

A fase aguda da chikungunya dura em média de um a quatro dias e é caracterizada pelo aparecimento súbito de febre alta, cefaleia, mialgia, artralgia intensa (principalmente nas grandes articulações) e exantema maculopapular. (AIKEN; ANZINGER, 2015).

Há relatos de pacientes em que ocorre melhora clínica da artralgia de sete a 10 dias após o início dos sintomas, exceto para rigidez articular e dor, que, em 12,0% dos pacientes, pode persistir durante meses ou anos (POWERS, 2010).

As recidivas podem atingir até 72% dos casos, mesmo o paciente apresentando melhora inicial dos sintomas com intervalos que variam de uma semana a anos, com sintomas variáveis e com comprometimento das mesmas articulações acometidas previamente (JAVELLE et al., 2015; SIMON et al., 2015).

**Figura 4** – Lesão Articular de pacientes na fase aguda da chikungunya.



Foto: Rivaldo V. da Cunha e Camila Montalbano, FS (BA)

### **1.3.2 Fase Pós-aguda**

A fase pós-aguda é caracterizada normalmente pelo desaparecimento da febre, podendo ter associação com a permanência e/ou agravamento da artralgia. As regiões de maior acometimento são aquelas previamente acometidas na fase aguda e tenossinovite hipertrófica subaguda em mãos, mais frequentemente nas falanges, punhos e tornozelos. Pode ocorrer também síndrome do túnel do carpo, como consequência da tenossinovite hipertrófica (sendo um sintoma muito frequente nas fases subaguda e crônica) (BRASIL, 2017).

Em um estudo realizado em Marselha, na França, com 47 viajantes que retornaram das Ilhas do Oceano Índico após um surto em 2005-2006 mostrou que trinta e oito pacientes após 10 dias de infecção continuaram com os sintomas dentre esses, 3 foram hospitalizados por severa dor na articulação. Nenhum tinha febre recorrente ou erupção cutânea (SIMON et al., 2007).

A artralgia nessa fase e rigidez articular, eram menos dolorosas e deficientes do que durante o estágio agudo. Articulações dos dedos proximais ainda estavam inchados em 50% dos pacientes durante o primeiro mês após o início da doença. O exame físico identificou tenossinovite em 26 de 38 pacientes, geralmente envolvendo mais de 2 tendões (SIMON et al., 2007).

Os tendões frequentemente envolvidos foram extensores e flexores de punhos e dedos (incluindo polegares), tendões dos músculos fibular longo e curto, músculo tibial anterior, hálux e nos músculos dos dedos (SIMON et al., 2007).

O comprometimento articular costuma ser acompanhado por edema de intensidade variável e há relatos de recorrência da febre. Podem estar presentes também, nesta fase, astenia, recorrência do prurido generalizado e exantema maculopapular, além do surgimento de lesões purpúricas, vesiculares e bolhosas. Alguns pacientes podem desenvolver doença vascular periférica, fadiga e sintomas depressivos (BRASIL, 2017; ROBIN et al., 2010)

### **1.3.3 Fase Crônica**

Na fase crônica, a artralgia é caracterizada por flutuações na intensidade da dor e recaídas, normalmente afetando o mesmo grupo articular atingido na fase aguda, acarretando redução da amplitude do movimento e qualidade de vida do indivíduo (BURT; CHEN; MAHALINGAM, 2014).

O padrão de comprometimento articular crônico pode ocorrer na forma de queixas persistentes (20-40%) ou recidivas (60-80%) e inclui a presença de oligo ou poliartralgia de intensidade variável, geralmente simétrica, predominante em punhos, mãos, tornozelos e joelhos, em associação com rigidez matinal e edema articular (SCHILTE et al., 2013). Como pode ser verificado na figura abaixo:

**Figura 5** – Lesão Articular de pacientes com Chikungunya



Fonte: Ministério da Saúde, 2017

Em um estudo de coorte realizado na França com 180 pacientes acompanhados por 36 meses, 60% dos pacientes continuaram a ter artralgia após a fase aguda. As dores nas articulações eram simétricas em 90% dos pacientes e os principais membros acometidos eram dedos, punhos, joelhos e tornozelos (SCHILTE et al., 2013).

Na coorte supracitada, pacientes avaliados no 36º mês apresentaram além da artralgia outros sintomas clínicos, a saber: inchaço local (afetando 63% dos pacientes avaliados), mialgia, dor osteoligantes, sintomas cutâneos. Outras alterações como depressão, alterações no sono, memória ou concentração foram encontrados também (SCHILTE et al., 2013).

São fatores de risco para apresentar a cronicidade do quadro de artralgia da chikungunya: ter extremos de idade (menores de 5 anos ou mais de 40 anos), ter histórico de doença articular anterior, portar doença aguda grave ou comorbidades tais como: diabetes, hipertensão, insuficiência renal, doenças crônicas, cardiovasculares, HIV, tuberculose, doença falciforme (BURT; CHEN; MAHALINGAM, 2014).

Diante do exposto, um dos sintomas mais importantes apresentados na fase crônica da doença é a dor articular, que pode persistir por meses ou até anos e, em

certos casos, essa dor se torna crônica e incapacitante ocasionando impactos significativos na vida desse indivíduo (BORGHERINI et al., 2008; BURT; CHEN; MAHALINGAM, 2014; SISSOKO et al., 2009).

Um estudo de coorte realizado na Colômbia com 494 pacientes apontou que a CHIKV causou artrite crônica debilitante significativa em um quarto dos pacientes, mesmo 20 meses após a infecção (CHANG et al., 2018).

Em muitos estudos, a dor não aparece como fator direto de dependência para realização das atividades de vida diária ou morte, porém, a interferência em aspectos da vida devido às limitações funcionais foi comprovada (DELLAROZA et al., 2008). A alteração na capacidade funcional como sequela da dor possui múltiplas determinações, ou seja, o grau de incapacidade funcional está relacionado diretamente com a localização e intensidade algica, entre outras características dolorosas (DELLAROZA et al., 2013).

A capacidade funcional pode ser definida como aptidão do indivíduo em desenvolver suas atividades de vida diárias, em realizar atividades instrumentais sem disfunção ou limitações. Doenças crônicas ou algum processo patológico agudo de natureza médica, traumática ou cirúrgica pode interferir na capacidade funcional do indivíduo, sendo esta reduzida ou completamente perdida (QUINNELL et al., 2006).

Uma pesquisa utilizando o indicador de anos potenciais de vida perdidos ou vividos com incapacidade (DALY) durante a epidemia de chikungunya nas Ilhas da Reunião nos anos de 2005/2006, encontrou perda de aproximadamente 55.000 dalys, a maioria na população economicamente ativa (entre 20 e 60 anos), sendo 86% destes dalys devido à fase crônica da doença (YASEEN et al., 2012).

#### **1.4 Epidemiologia**

Chikungunya possui distribuição geográfica que engloba a África, a Ásia e a América do Sul, consideradas como áreas endêmicas. Porém, apesar de haver o reconhecimento de áreas endêmicas, a chikungunya também é uma ameaça para as áreas tropicais com características sazonais, as quais favorecem o desenvolvimento do *Aedes aegypti* e do *Aedes albopictus* (CASTRO et al. 2016).

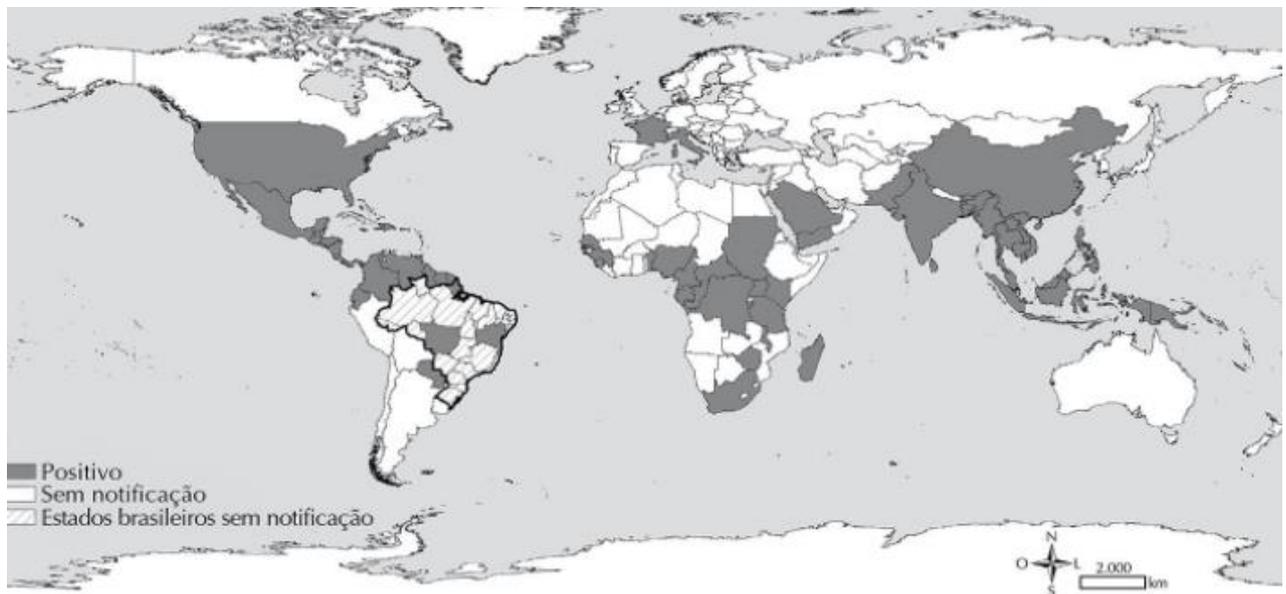
#### **1.4.1 Situação Epidemiológica da Chikungunya no Mundo**

A chikungunya foi relatada pela primeira vez no ano de 1952 na Tanzânia, África. Durante surtos ocorridos entre os anos de 1960 e 1990, o vírus foi isolado em países da África Central, do Sul e Ocidental. Surtos frequentes nos países localizados no Sudeste asiático, como Índia, Malásia, Indonésia, Camboja, Vietnã, Mianmar, Paquistão e Tailândia a partir de 1960 (POWERS; LOGUE, 2007). Na República Democrática do Congo, depois de 39 anos sem qualquer isolamento do vírus, houve uma epidemia entre os anos de 1990-2000. Entre 2001 e 2003, o vírus ressurgiu na Indonésia depois de uma ausência de 20 anos (PASTORINO *et al.* 2004; LARAS *et al.* 2005).

O CHIKV sempre esteve associado com a doença em países da África e Ásia, contudo, a partir de 2005 o vírus rapidamente se espalhou pelas ilhas do sudoeste do Oceano Índico. Diversos casos importados foram observados em países ocidentais de clima temperado, como na Itália, onde, em 2007, ocorreu um surto por CHIKV transmitidos pelo *Ae. albopictus* (OLIVEIRA *et al.* 2015).

Em 2009 e 2010, depois de alguns anos de latência, o CHIKV reemergiu nas Ilhas Reunião (OLIVEIRA *et al.* 2015). Os casos continuaram a ocorrer e, em 2013, o CHIKV foi introduzido na região do Caribe, expandindo-se em 2014 para as áreas continentais das Américas (PAHO,2014).

**Figura 6-** Área de transmissão do vírus Chikungunya no mundo, 2015.



Fonte: Oliveira *et al.* 2015

#### **1.4.2 Situação Epidemiológica da Chikungunya no Brasil**

No ano de 2014, os primeiros casos importados foram identificados nos seguintes estados brasileiros: Amazonas, Amapá, Ceará, Distrito Federal, Goiás, Maranhão, Minas Gerais, Pará, Paraná, Pernambuco, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, Roraima e São Paulo (FIGUEIREDO; FIGUEIREDO, 2014). Em setembro de 2014, na cidade de Oiapoque, no estado do Amapá, foi detectada a primeira transmissão autóctone. Ao longo desse mesmo ano, em outras regiões do Brasil foram confirmados casos de CHIKV (BRASIL, 2015).

**Figura 7** - Distribuição Espacial dos Casos Importados e Autóctones no Brasil, 2014.



Fonte: Secretaria de Vigilância em Saúde, 2014.

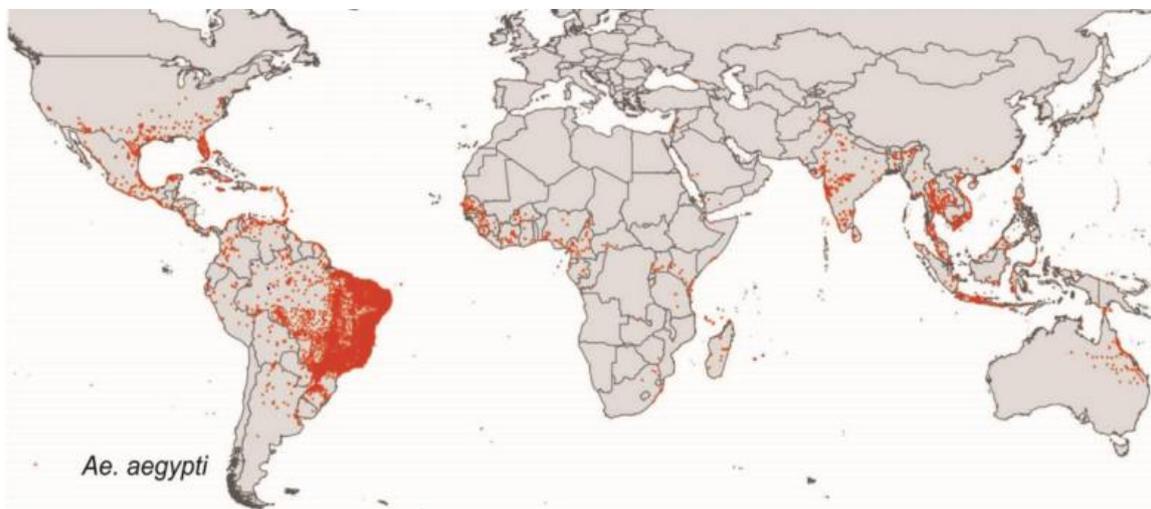
Ao todo foram 2.772 casos de CHIKV confirmados em território nacional no ano de 2015, distribuídos em seis estados: Amapá (1.554 casos), Bahia (1.214), Distrito Federal (2), Mato Grosso do Sul (1), Roraima (1) e Goiás (1). (BRASIL, 2015).

O Brasil apresenta múltiplos fatores que possibilitam o acontecimento de grandes epidemias, como vem acontecendo com a CHIK, a saber: ampla infestação do território brasileiro pelos dois principais vetores da CHIK; circulação simultânea de 3 arboviroses; possibilidade de adaptação do CHIKV ao *Ae. albopictus*, como descrito em outros países; maior período de viremia (até 8 dias depois do início da febre); susceptibilidade de toda população humana, abundância de espécies de primatas, juntamente com espécies de culicídeos nunca expostos ao CHIKV, oferecendo oportunidades de estabelecimento de ciclos silvestres até então

presentes somente na África; e, finalmente, a extensão territorial do país (PANCETTI, 2015).

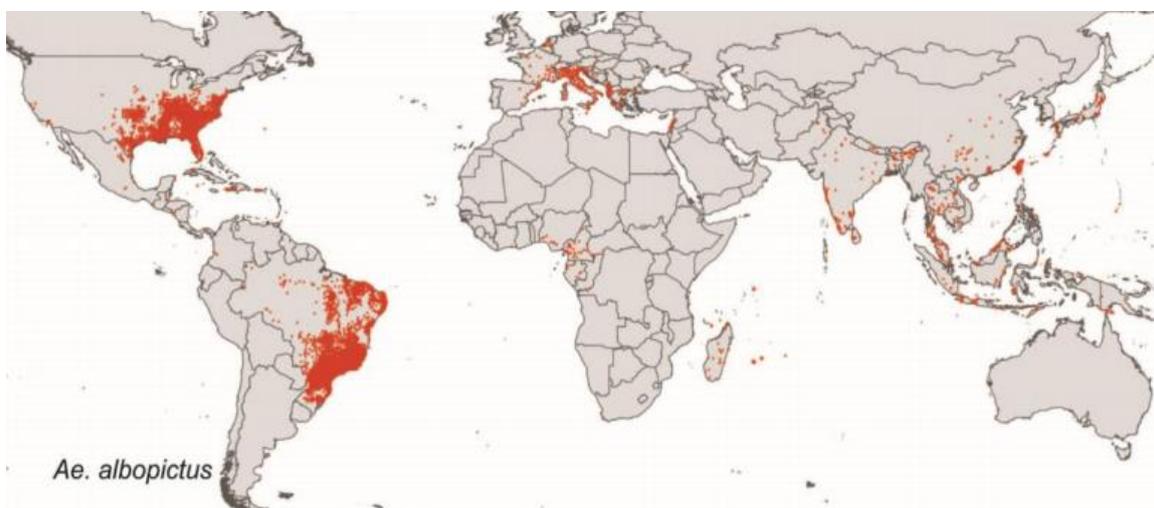
Dos 5.570 municípios no Brasil, 94% destes apresentam relatos da presença de *Ae. aegypti* ou *Ae. albopictus*. (NUNES et al., 2015). Através da análise das figuras 6 e 7 consegue-se perceber que o Brasil é o país com maior disseminação vetorial comparado com os países distribuídos no mundo.

**Figura 8** - Distribuição Espacial do *Aedes aegypti* no Mundo.



Fonte: KRAEMER. et al., 2015

**Figura 9** - Distribuição Espacial do *Aedes albopictus* no Mundo.

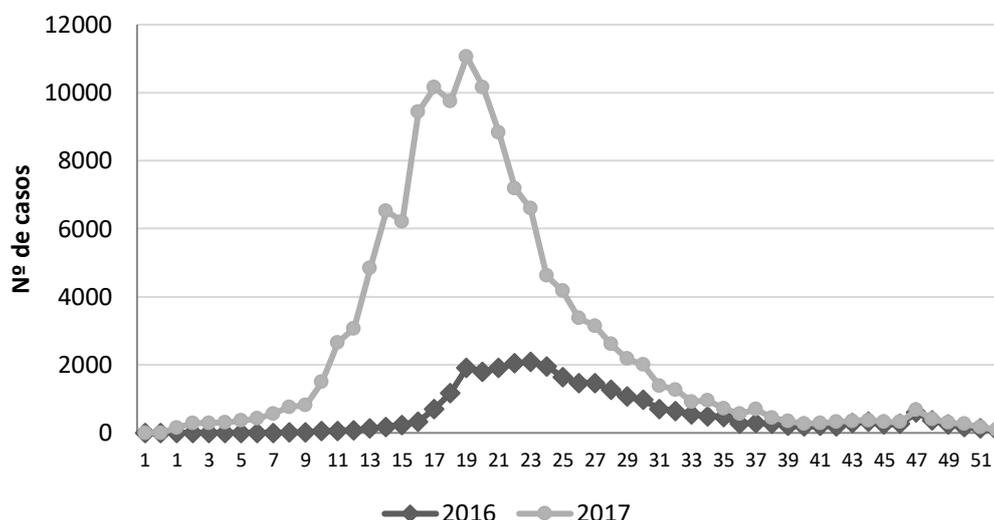


Fonte: KRAEMER. et al., 2015

### 1.4.3 Situação Epidemiológica da Chikungunya no Ceará

A partir de 2015, foi confirmada também a transmissão autóctone dos vírus da chikungunya e em 2016, houve transmissão sustentada da chikungunya no estado do Ceará, caracterizando cenário epidêmico, com 56.264 casos suspeitos, dentre estes, 60% (32.766) foram confirmados, distribuídos em 139 (75,5%) municípios.

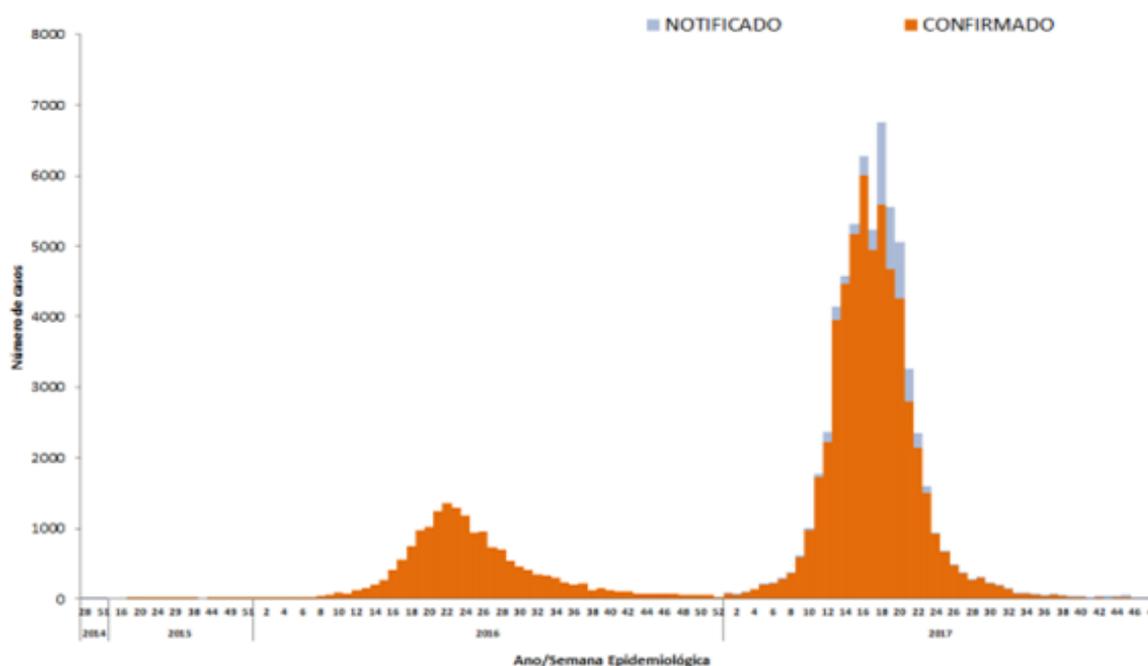
**Figura 10-** Distribuição dos casos notificados de CHIKV, por Semana Epidemiológica no Ceará em 2016 e 2017.



Fonte: Autora

Em 2017, foram notificados 139.729 casos suspeitos de chikungunya, destes, 68.924 são residentes de Fortaleza (CEARÁ, 2017). Destes, 76,8% foram confirmados (105.312) foram confirmados por critério laboratorial ou clinico-epidemiológico. O coeficiente de Incidência acumulado até a 52ª semana epidemiológica (SE) é de 2.161,3 casos por 100 mil habitantes (CEARÁ, 2017).

**Figura 11**– Distribuição dos casos notificados, confirmados e descartados de CHIKV, por SE no Ceará, 2017.



Fonte: SMS Fortaleza/ Célula de Vigilância Epidemiológica, 2017.

No município de Fortaleza os primeiros casos de Chikungunya foram registrados no ano de 2014. Eram casos importados, considerando que os pacientes haviam viajado para áreas com circulação do vírus CHIK. Os primeiros casos autóctones foram confirmados somente em dezembro de 2015. O Sinan registra no município de Fortaleza 50.486 (82,3%) foram confirmados de CHIKV. O coeficiente de incidência acumulada até a 36ª semana epidemiológica é de 1.921,4 casos por 100 mil habitantes (CEARÁ, 2017).

### 1.5 Diagnóstico e Tratamento

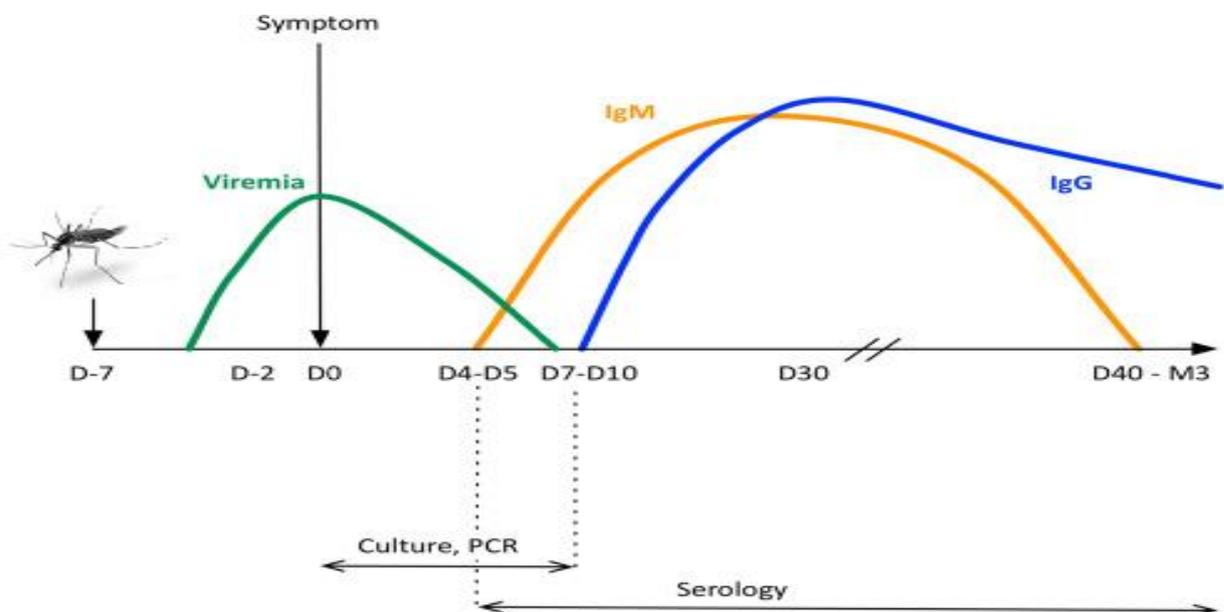
No Brasil existe circulação de outros arbovírus (Dengue e Zika) e o diagnóstico correto e específico da chikungunya é importante. Existem duas formas de se realizar o diagnóstico laboratorial: por meio de isolamento viral e

da pesquisa do RNA viral em diferentes amostras ou por intermédio da pesquisa de anticorpos específicos (BRASIL, 2017).

A reação em cadeia da polimerase em tempo real (Reverse Transcription Polimerase Chain Reaction - RT-PCR) é um dos testes diagnósticos mais precoces que permite a investigação de RNA viral (BRASIL, 2017); (SIMON et al., 2015).

Para a pesquisa de anticorpos específicos, as principais técnicas disponíveis são: o *Enzyme Linked Immunosorbent Assay* (ELISA) e o teste imunocromatográfico do tipo Point-of-Care (POC). Os testes são geralmente realizados da seguinte forma: RT-PCR entre o primeiro dia do aparecimento dos sintomas (D0) ao D5, RT-PCR e sorologia entre D5 e D7, somente sorologia após D7; cultura viral não é realizada rotineiramente (BRASIL, 2017; SIMON et al., 2015).

**Figura 12** - Contribuição de PCR e exames de sangue para o diagnóstico de chikungunya, de acordo com o atraso após a infecção.



Fonte: SIMON et al. 2015

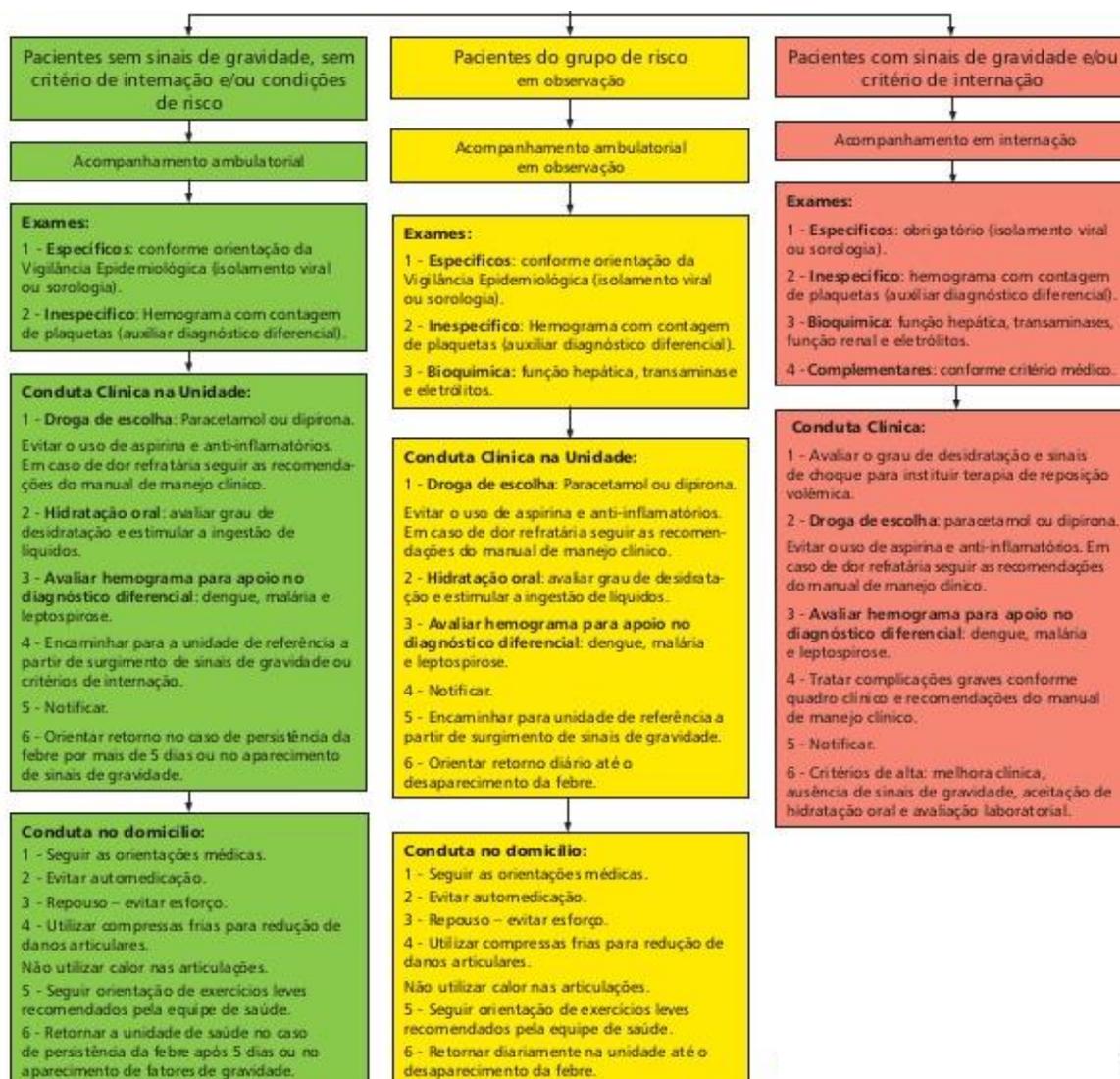
Na fase aguda o foco do tratamento deve ser direcionado ao alívio da artralgia e mialgia, que se apresentam, na sua maioria, de forma intensa e muitas vezes incapacitante (MARQUES et al., 2017).

Durante as epidemias de Chikungunya em outros países, o analgésico de escolha foi o paracetamol (SIMON et al., 2015). Outro medicamento de escolha é a dipirona, que pode ser usada isoladamente, assim como o paracetamol, ou uso intercalado entre eles. Esse uso irá depender da intensidade da dor, estes são indicados em casos de dor leve a moderada. As aferição da dor tem como referência a Escala Analógica Visual (EVA), que é utilizada para a mensuração da dor e assim, o direcionamento correto dos protocolos e diretrizes terapêuticas de dor (BRASIL, 2017).

Opióides fracos, como tramadol e codeína são indicados em casos de dores intensas (DE BRITO et al., 2016). Estima-se que 30% dos pacientes podem apresentar dor neuropática além da dor articular. Nesses casos serão indicados o uso de drogas moduladoras da atividade excitatória do sistema nervoso (BRASIL, 2017).

A figura 4 ilustra as principais recomendações na conduta dos pacientes com suspeita de chikungunya, conforme estadiamento clínico do paciente.

**Figura 13–** Conduta clínica de pacientes com suspeita de Chikungunya



Fonte: Ministério da Saúde, 2017

## 1.6 Vigilância Epidemiológica da Chikungunya

A Lei Orgânica da Saúde nº 8.080/90, define como vigilância epidemiológica “um conjunto de ações que proporcionam conhecimento, detecção ou prevenção de qualquer mudança nos fatores determinantes e condicionantes de saúde individual ou coletiva, com a finalidade de recomendar e adotar as medidas de prevenção e controle das doenças ou agravos” (BRASIL, 1990).

O sistema de vigilância epidemiológica é uma ferramenta primordial para a condução de atividades de prevenção e controle de doenças. Por meio dele ocorre a detecção do aumento de casos e epidemias, além dos casos graves, e a alteração no perfil epidemiológico de uma doença. Porém, torna-se necessário uma informação consistente e oportuna, diagnóstico laboratorial otimizado, critérios de definição de caso claros e objetivos e profissionais de saúde com conhecimento clínico da doença (RIGAU-PÉREZ, 1999); (BRASIL, 2009).

A Portaria nº 204, de 17 de fevereiro de 2016, estabelece a Chikungunya como um agravo de notificação compulsória e os casos suspeitos devem ser notificados e registrados no Sistema de Notificação de Agravos de Notificação (SINAN) (MINISTÉRIO DA SAÚDE/BRASIL, 2016).

O caso suspeito é definido com um paciente com febre de início súbito maior que 38,5°C e artralgia ou artrite intensa de início agudo, não explicado por outras condições, sendo residente ou tendo visitado áreas endêmicas ou epidêmicas até duas semanas antes do início dos sintomas ou que tenha vínculo epidemiológico com caso confirmado (BRASIL, 2017).

O caso confirmado é definido como todo caso suspeito com resultado positivo para qualquer um dos seguintes exames laboratoriais: isolamento viral, PCR, presença de IgM (coletado durante a fase aguda ou de convalescença); ou a soroconversão entre amostras nas fases aguda e convalescente, preferencialmente de 15 a 45 dias após o início dos sintomas ou 10 a 14 dias após a coleta da amostra na fase aguda (BRASIL, 2017).

## **1.7 Análise Espacial no Controle das Arboviroses**

Epidemiologia geográfica é definida como a análise dos padrões de distribuição das doenças no espaço e a relação destas com fatores socioambientais (BRASIL, 2007). A identificação das relações causais ou fundamentais do espaço até o surgimento das doenças é a chave de todo o processo de investigação. A epidemiologia faz um recorte dessa totalidade buscando identificar os sistemas de relações que propiciam a ocorrência das doenças (SILVA, 1997).

Como premissa geral, tanto da epidemiologia como da geografia da saúde são que os padrões de morbimortalidade e saúde não ocorrem de forma aleatória em populações humanas, mas apresentam padrões ordenados que refletem causas subjacentes. O que difere as duas é que na geografia da saúde tanto a estrutura espacial como as relações sociais estão associadas com os processos de adoecimento e morte nas populações (BRASIL, 2007a; SILVA, 1997).

A análise espacial é um instrumento importante da geoestatística aplicada à saúde pública para caracterizar e mensurar a exposição às doenças e seus possíveis fatores de risco que envolvem esse cenário (MASCARENHAS *et al.* 2012). A localização dos casos de uma dada doença e sua distribuição em uma região geográfica é possível. E essa distribuição pode ser representada de forma fidedigna por meio de mapas com diferentes formatos e conteúdo (LOPES *et al.*, 2015).

Nesse sentido, o mapeamento das doenças traduz todo o processo de distribuição espacial, possuindo o objetivo de avaliar a variação geográfica na sua ocorrência, sendo possível assim, identificar diferenciais de risco, orientar a alocação de recursos e levantar hipóteses etiológicas. Os métodos de análise espacial têm como objetivo produzir um mapa “claro e objetivo”, sem o desalinhamento gerado pela flutuação aleatória de pequenos quantitativos e controlando as diferenças na estrutura demográfica (BRASIL, 2007b).

A análise espacial permite o diagnóstico situacional da doença, facilitando o planejamento de programas de saúde que contemplem vários municípios ou regiões de um estado ou mesmo bairros de uma cidade onde houve concentração de casos, por exemplo (BEZERRA FILHO *et al.*, 2007).

Esses aglomerados de casos são denominados de “cluster” ou agrupamento de eventos, que são áreas geográficas específicas onde se concentram ocorrências que estão relacionadas entre si por intermédio de alguma fator biológico ou social (CARVALHO; SOUZA-SANTOS, 2005).

Existem diversos testes utilizados para analisar o espaço. Esses testes permitem a visualização de aglomerados de casos, que podem ser em áreas específicas ou abranger uma localização inespecífica. Esses testes podem ser

classificados como focais ou globais, respectivamente (CARVALHO; SOUZA-SANTOS, 2005).

## 1.8 Análise Temporal na Saúde Pública

Para analisar uma série temporal, primeiro deve-se contornar o desfecho estudado a partir daí, descrever seu comportamento, estimando e avaliando quais os fatores que influenciaram esse comportamento, buscando definir relações de causa e efeito entre duas ou mais séries (LATORRE; CARDOSO, 2001).

O estudo da tendência temporal das doenças permite a compreensão, a previsão, a etiologia, a prevenção e a avaliação das intervenções em saúde necessárias para aquele evento. A partir de então pode-se observar um determinado padrão, verificando tendências de um longo período ou variações periódicas que podem indicar a ocorrência de uma epidemia (Medronho et al., 2009).

As tendências temporais podem apresentar 3 características: crescente, decrescente ou estacionária. Essas características permitem a análise e comparação entre diferentes séries temporais (HYUNE-JU, 2001).

O modelo de Regressão Linear Segmentada (Joinpoint) identifica pontos de inflexão (*joinpoints*) por meio de um modelo log-linear. Esse modelo permite a identificação de mudanças na direção das linhas de acordo com a magnitude dos dados. Durante a análise podemos realizar ajustes de dados de uma série a partir do menor número possível de *joinpoints* (zero, ou seja, uma reta sem pontos de inflexão) e testa se a inclusão de um ou mais *joinpoints* (até três *joinpoints*) no modelo é estatisticamente significativa. Assim, esse método permite a seleção de *joinpoints* que mais se adequa a tendência do evento estudado (HYUNE-JU, 2001).

## 1.9 Justificativa

O caráter explosivo que a doença apresentou associado à extensão continental do Brasil e uma população completamente susceptível à Chikungunya pode ter ocasionado uma mudança no padrão epidemiológico da doença. No

Ceará, o primeiro caso foi confirmado em 2014. Em 2016 já ocorreram 32.766 casos e em 2017 com 105.312 casos confirmados, causando elevados custos decorrentes da alta taxa de cronicidade da doença, em alguns casos levando até mesmo a incapacidade física das pessoas afetadas.

Além do número expressivo de casos, o número incipiente de estudos epidemiológicos que tem a distribuição espacial e temporal desta enfermidade como objeto de estudo justifica sua pertinência.

A análise dos dados de Chikungunya do estado, fornecerá subsídios para direcionamento de ações de controle do vetor, busca direcionada por reservatórios que venham favorecer a circulação do vírus em períodos interepidêmicos e buscar definir que estratégias voltadas para o controle do vetor poderiam ser implementadas.

Assim, devido à elevada quantidade de casos no estado do Ceará, bem como o desconhecimento de sua distribuição espacial e temporal, esta pesquisa tem a seguinte pergunta norteadora: “Quais os padrões espaciais e temporais da Chikungunya no estado do Ceará nos anos de 2016 e 2017?”

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Caracterizar os padrões espaciais e temporais da Chikungunya no estado do Ceará nos anos de 2016 e 2017.

### **2.2 Objetivos Específicos**

Analisar a tendência sazonal da Chikungunya em 2016 e 2017.

Identificar agregados de alto risco de incidência de Chikungunya dos municípios do estado do Ceará.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

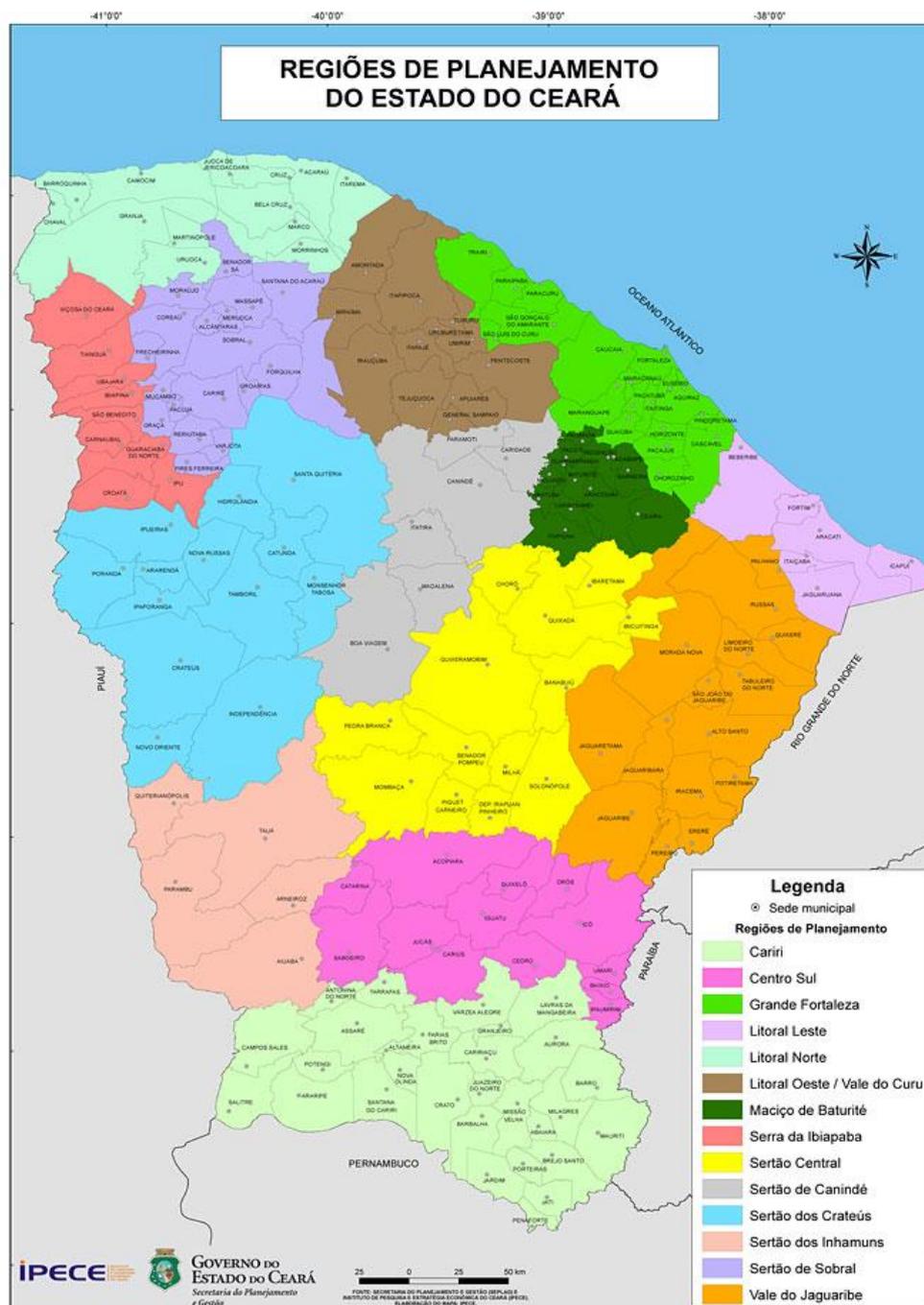
#### **1.1 Tipo e período do estudo**

Trata-se de um estudo ecológico de tendência temporal e distribuição espacial entre os anos 2016 e 2017, com a identificação de áreas de alto risco para a transmissão da Chikungunya.

#### **1.2 Local do estudo**

O presente estudo teve como cenário o estado do Ceará, que é um das 27 unidades federativas do Brasil e possui 184 municípios. Está situado no norte da região Nordeste e tem como limites o Oceano Atlântico ao norte e nordeste, os estados do Rio Grande do Norte e Paraíba a leste, o estado de Pernambuco ao sul e o estado do Piauí a oeste. Sua área total é de 148.920,472 km<sup>2</sup>, que equivale a 9,37% da área do Nordeste. A população do estado estimada para o ano de 2015 foi de 8.904.459 habitantes, conferindo ao território a oitava colocação entre as unidades federativas mais populosas (Brasil, 2017).

Figura 14 - Mapa do estado do Ceará por Regiões de Planejamento.



Fonte: IPECE

O Ceará detém aproximadamente 93% de seu território inserido na região do semiárido nordestino, o que o torna um ambiente propício aos fenômenos da seca, caracterizada principalmente pela irregularidade temporal-espacial e

escassez pluviométrica em determinados períodos do ano, na qual, é potencializado seu efeito pelas altas taxas de evaporação evapotranspiração (IPECE, 2017).

A distribuição temporal das precipitações é irregular com concentração do total precipitado no primeiro semestre do ano, sendo que o mês de abril corresponde ao mais chuvoso, com cerca de 24% das precipitações (SOUZA, 2003).

### **3.3 Fonte de dados**

Os dados secundários referentes aos casos de Chikungunya foram obtidos nas fichas de notificação do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN) através da Coordenadoria Municipal de Vigilância em Saúde e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

A ficha de investigação de Chikungunya (Anexos 1) é composta por 71 campos distribuídos em seis sessões diferentes, divididos entre os 2 agravos Dengue e Chikungunya. As sessões compreendem dados gerais do paciente (sociodemográficos), dados clínicos laboratoriais (incluindo doenças pré-existentes) tipos de casos e evolução de cada caso.

### **3.4 Processamento e análise de dados**

#### *3.4.1 Etapa 1 - Análise da tendência temporal dos casos de Chikungunya entre 2016 e 2017.*

Trata-se de um estudo ecológico de tendência temporal com abordagem exploratória, entre os anos de 2016 e 2017.

Foram calculados os coeficientes semanais de incidência dos casos, que foram considerados como variáveis dependentes, sendo as semanas epidemiológicas consideradas as variáveis independentes, o que possibilitou a identificação do melhor ajuste entre os pontos.

Os dados sociodemográficos (sexo, faixa etária, raça, escolaridade e zona de residência) foram selecionados para análise. As idades da população serão agrupadas em faixas etárias: 0 a 9, 10 a 19 anos, 20 a 59 anos e  $\geq 60$  anos.

Os coeficientes de incidência dos casos de Chikungunya foram calculados pela divisão do número de casos confirmados pela população para o mesmo ano multiplicado por 100.000. A população estimada de cada ano terá como base o censo demográfico de 2010 e estimativas populacionais para os anos intercensitários do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (Brasil, 2014).

Para análise de tendência foi utilizado Modelo de Regressão de Poisson para identificação de relação entre a variável independente (semanas epidemiológica) e a variável dependente (indicadores). Essa análise será realizada por meio do software Stata 11.2. As tendências serão consideradas estatisticamente significativas quando os modelos apresentassem valor  $p < 0,05$ .

As análises das tendências dos indicadores também foram realizadas por meio de modelos de regressão log-linear segmentada, utilizando-se o *Joinpoint Regression Program* versão 4.0.4 Este programa irá estimar o incremento anual percentual (*Annual Percent Change* - APC) dos indicadores do período total, das semanas epidemiológicas do ano de 2016 e 2017 a partir do modelo de regressão por pontos de inflexão (*joinpoint regression*).

Este método permite o ajuste dos dados das séries temporais a partir do menor número possível de joinpoints (zero, ou seja, uma linha sem pontos de inflexão) e testará se a inclusão de mais joinpoints será estatisticamente significativa, representada através de gráficos e dois indicadores, a saber: A alteração percentual anual (APC) e a variação média anual percentual (AAPC). Será considerado estatisticamente significativo o modelo que apresentar um valor de  $p$  estimado  $< 0,05$ .

### 3.4.2 Etapa 2 – Caracterização da distribuição espacial dos casos de Chikungunya entre 2016 e 2017.

A análise de distribuição espacial foi feita no *software* de Sistema de Informação Geográfica (SIG) *TerraView*® 4.2.2. As tabelas contendo os

indicadores foram importadas do programa *ArcGIS*® 9.2 para o ambiente SIG do *TerraView*® e integrados através de um geocódigo que identificou cada um dos 184 municípios do Ceará presentes no arquivo de origem.

O Índice de Moran Local (LISA) foi utilizado para a autocorrelação ou dependência espacial. A autocorrelação espacial é uma ferramenta que mede a relação entre as observações próximas no mesmo espaço, mostrando a correlação positiva ou negativa em nível local entre municípios com características semelhantes (OLIVEIRA et al., 2013).

O Índice de Moran Local gera medidas para cada município, onde é possível observar um aglomerado de municípios com iguais características no mapa temático bidimensional, denominado de Box Map. A divisão é em quadrantes: Q1, Q2, Q3 e Q4. Onde Q1 e Q2 indicam áreas que os valores medidos são semelhantes à média dos municípios vizinhos, no caso Q1 é considerado “alto-alto” e Q2 “baixo-baixo” referente aos valores e médias dos vizinhos altos ou baixos. As áreas Q3 e Q4 indicam que as áreas analisadas não possuem a mesma média dos municípios vizinhos. Onde Q3 indica “alto-baixo” valor alto e média dos municípios vizinhos baixa e Q4 “baixo-alto” valor baixo e média dos municípios vizinhos alta (ANSELIN, 1995; MELO & MATHIAS, 2010). Todas as análises consideraram um nível de significância estatística de 95%.

O programa *ArcGIS*® 9.2 foi usado na construção dos mapas que foram gerados a partir dos dados analisados no programa *TerraView*®.

### **3.5 Aspectos éticos**

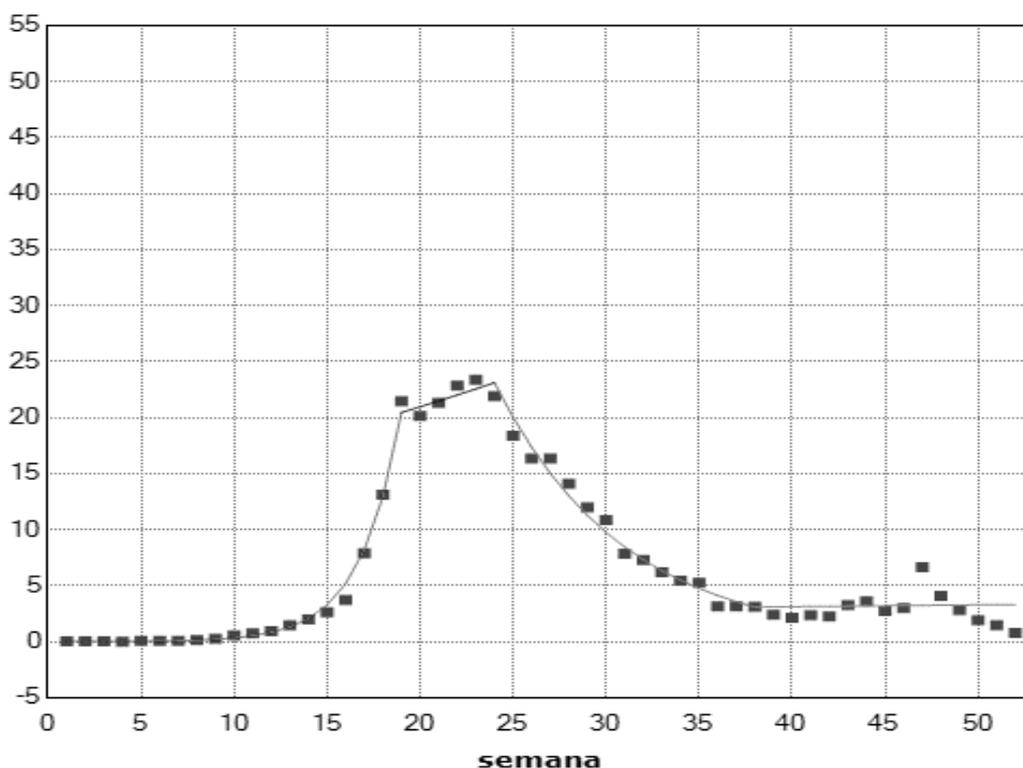
A pesquisa foi realizada segundo os princípios da Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde (autonomia, não maleficência, beneficência, justiça e equidade). Este estudo submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Ceará sob o parecer número 2.160.455 de 6 de julho de 2017.

## 4. RESULTADOS

### 4.1 Análise da tendência temporal dos casos de Chikungunya no estado do Ceará em 2016 e 2017.

Observou-se que os coeficientes de incidência de casos de Chikungunya em 2016 tiveram um crescimento significativo no intervalo temporal da semana 1 a 19 (21,00 casos por 100.000 habitantes; APC = 58,7; IC95%: 45,8 a 71,6;  $p=0,005$ ). A partir da 24<sup>a</sup> semana, notou-se um declínio significativo, tendo ápice na semana 38, com 3 casos a cada 100.000 habitantes (APC = -13,39; IC95%: -15,9 a -10,8;  $p=0,005$ ) e depois segue constante (Figura 15).

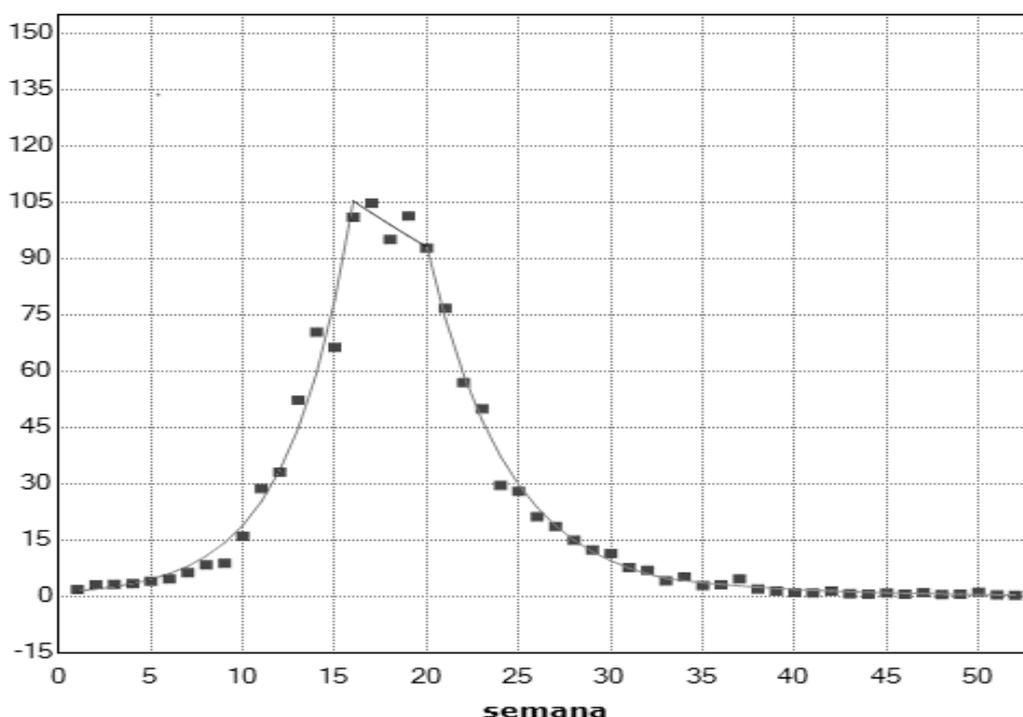
**Figura 15** Coeficientes de incidência de casos de Chikungunya em 2016, por semana epidemiológica.



Em 2017 os coeficientes de incidência de casos de Chikungunya tiveram um crescimento significativo e acentuado no intervalo temporal da semana 1 a 16, tendo um ápice nesta última semana (105,00 casos por 100.000 habitantes; APC = 33,06; IC95%: 29,4 a 36,8;  $p=0,005$ ). A partir da 20<sup>a</sup> semana, apresenta-se um declínio

significante, tendo ápice na semana 33, com 2 casos a cada 100.000 habitantes (APC = -20,43; IC95%: -22,5 a -18,3; p=0,005) e depois segue constante até a 52ª semana habitantes (APC = -12,50; IC95%: -17,1 a -7,6; p=0,005) (Figura 16).

**Figura 16** - Coeficientes de incidência de casos de Chikungunya em 2016, por semana epidemiológica.



Em 2016, o sexo feminino apresentou uma maior frequência no número de casos (17872/63,6%) e este teve uma tendência crescente com significância estatística no períodos da SE1 a 20 (APC=52,8; IC95%:43,6 a 62,6; p=0,005), a partir da SE 20 até a 42 houve um decréscimo estatisticamente significativo (APC=-10,5 IC95%:-11,8 a -9,2; p=0,005) e por fim, da semana 47 a 52 houve uma discreta diminuição estatisticamente significativa do número de casos (APC=-28,4 IC95%:-45,4 a -6,1; p=0,005) (Tabela 2).

A faixa etária 20 a 59 anos, concentra a maior frequência (19617/66,7%) dos casos, apresentou tendência crescente significativa na SE 1 a 19 (APC=58,2 IC95%:47,2 a 70,0; p=0,005). Houve um declínio com significância estatística entre as SE 24 a 38 (APC=-13,4; IC95%:-15,2 a -11,2; p=0,005).

**Tabela 1** -Análise de regressão *Joinpoint* dos casos confirmados de Chikungunya no Ceará no ano de 2016 segundo características sociodemográficas.

Variável	APC* 1	IC95%**	p valor	APC 2	IC95%**	p valor	APC 3	IC95%**	p valor	APC 4	IC95%	p valor	Gráficos	
<b>Sexo</b>														
<b>Masculino</b>	Semana 1 a 24			Semana 19 a 24			Semana 24 a 38			Semana 38 a 52				
	59,2	44.4 a 75.5	0.00	2.1	-6.8 a 11.9	0.6	13,7	-16.6 a -10.7	0.00	2.7	-3.3 a 9.0	0.40		
<b>Feminino</b>	Semana 1 a 20			Semana 20 a 42			Semana 42 a 47			Semana 47 a 52				
	52.8	43.6 a 62.6	0.00	-10.5	-11.8 a -9.2	0.00	15.5	- 15.1 a 57.2	0.40	-28.4	-45.4 a -6.1	0,00		
<b>Faixa etária (anos)</b>														
<b>0 a 9</b>	Semana 1 a 21			Semana 21 a 44			Semana 44 a 47			Semana 47 a 52				
	45.7	36.9 a 55.2	0.00	-12.2	-13.7 a - 10.6	0.00	95.8	-37.7 a 515.9	0.20	30.7	-44.7 a -13.7	0.00		
<b>10 a 19</b>	Semana 1 a 20			Semana 20 a 44			Semana 44 a 47			Semana 47 a 52				
	53.9	46.6 a 61.5	0.00	-10.8	-11.6 a -9.9	0.00	58.4	-32.3 a 270,3	0.20	-33.0	-44.7 a -18.7	0.00		
<b>20 a 59</b>	Semana 1 a 19			Semana 19 a 24			Semana 24 a 38			Semana 38 a 52				
	58.2	47.2 a 70.0	0.00	2.5	-6.1 a 11.8	0.60	-13.4	-15.2 a -11.2	0.00	-0.6	-5.1 a 4.0	0.80		
<b>60 e mais</b>	Semana 1 a 19			Semana 19 a 25			Semana 25 a 38			Semana 38 a 52				
	56.6	46.2 a 67.8	0.00	0.7	-6.4 a 8.2	0.90	-14.1	-16.7 a -11.4	0.00	1.3	-3.1 a 5.9	0.60		
<b>Zona de residência</b>														
<b>Urbana</b>	Semana 1 a 30			Semana 30 a 45			Semana 45 a 52							
	-0.2	-0.4 a -0.0	0.00	0.9	0.6 a 1.3	0.00	-1.6	-2.9 a -0.3	0.00					
<b>Rural</b>	Semana 1 a 31			Semana 31 a 43			Semana 43 a 52							
	-0.8	-2.1 a 0.6	0.20	-10.0	-15.4 a -4.2	0.00	19.1	6.6 a 33.1	0.00					

\*APC: *Average Percentual Change*– Variação Percentual Média.

\*\* IC95%: Intervalo de Confiança de 95%.

Em 2017, o sexo feminino continuou com maior frequência no número de casos (63094/60,0%) e este teve uma tendência crescente com significância estatística no períodos da SE 1 a 16 (APC=32,7; IC95%:30,9 a 38,9; p=0,005), da SE 20 até a 23 houve um decréscimo estatisticamente significativo (APC=-28.6 IC95%:-43,1 a -10,4; p=0,005) e por fim, da semana 23 a 52 houve uma discreta diminuição estatisticamente significativa do número de casos (APC=-15,8 IC95%:-17,2 a -14.,3; p=0,005) (Tabela 3).

A faixa etária 20 a 59 anos, concentra a maior frequência (67064/63,7%) dos casos, apresentou tendência crescente significativa na SE 1 a 16 (APC=33,4 IC95%: 30,2 a 36,8; p=0,005). Houve um declínio com significância estatística entre as SE 20 a 33 e 33 a 52 (APC=-20,6; IC95%:-22,4 a - 18,6; p=0,005) e (APC=-13,1; IC95%:-17,4 a -8,6; p=0,005), respectivamente (Tabela 3).

**Tabela 2** - Análise de regressão Joinpoint dos casos confirmados de Chikungunya no Ceará no ano de 2017 segundo características sociodemográficas, (N=105.212).

Variável	APC* 1	IC95%**	p valor	APC 2	IC95%	p valor	APC 3	IC95%	p valor	APC 4	IC95%	p valor	Gráficos
<b>Sexo</b>													
<b>Masculino</b>	Semana 1 a 16			Semana 16 a 20			Semana 20 a 41			Semana 41 a 52			
	34,8	30,9 a 38,9	0,00	-5,3	-16,2 a 7,1	0,4	-20,3	-21,9 a 18,6	0,00	-1,1	-18,1 a 19,4	0,90	
<b>Feminino</b>	Semana 1 a 16			Semana 16 a 20			Semana 20 a 23			Semana 23 a 52			
	32,7	29,4 a 36,0	0,00	-0,0	-8,8 a 9,6	1,0	-28,6	-43,1 a -10,4	0,00	-15,8	-17,2 a 14,3	0,0	
<b>Faixa etária (anos)</b>													
<b>0 a 9 anos</b>	Semana 1 a 16			Semana 16 a 19			Semana 19 a 41			Semana 41 a 52			
	32,7	28,8 a 36,8	0,00	9,0	-12,5 a 35,9	0,4	-20,3	-21,7 a -18,8	0,00	1,6	-13,6 a 19,6	0,8	
<b>10 a 19 anos</b>	Semana 1 a 16			Semana 16 a 20			Semana 20 a 35			Semana 35 a 52			
	33,7	30,8 a 36,7	0,00	-2,2	-10,3 a 6,6	0,6	-23,4	-25,0 a -21,7	0,00	-6,2	-11,7 a -0,3	0,00	
<b>20 a 59 anos</b>	Semana 1 a 16			Semana 16 a 20			Semana 20 a 33			Semana 33 a 52			
	33,4	30,2 a 36,8	0,00	-4,4	-12,9 a 5,0	0,3	-20,6	-22,4 a -18,6	0,00	-13,1	-17,4 a -8,6	0,00	
<b>60 anos e mais</b>	Semana 1 a 16			Semana 16 a 19			Semana 25 a 38			-			
	30,6	26,2 a 35,1	0,00	3,8	-15,7 a 27,8	0,7	-15,8	-17,0 a -14,6	0,00	-	-	-	
<b>Zona de residência</b>													
<b>Urbana</b>	Semana 1 a 17			Semana 17 a 23			Semana 23 a 52			-			
	0,5	0,1 a 0,9	0,00	-2,8	-3,7 a -1,9	0,00	1,0	0,6 a 1,3	0,00	-	-	-	
<b>Rural</b>	Semana 1 a 7			Semana 7 a 14			Semana 14 a 27			Semana 27 a 52			
	7,0	-6,8 a 22,9	0,3	-9,7	-14,5 a -4,6	0,00	7,4	6,2 a 8,6	0,00	-3,7	-5,6 a -1,7	0,00	

\* APC: Average Percentual Change– Variação Percentual Média.

\*\* IC95%: Intervalo de Confiança de 95%.

#### **4.2 Análise da tendência temporal dos casos de Chikungunya no estado do Ceará em 2016 e 2017.**

O estado do Ceará em 2016 mostrou a presença predominante nos meses de janeiro, fevereiro e março de agregados com valores baixos (cold spots), esses agregados concentram-se nas regiões do litoral Norte, Serra da Ibiapaba, Sertão de Sobral, Sertão de Crateús, Sertão dos Inhamus, Sertão Central, Centro-Sul, Cariri, Vale do Jaguaribe, Litoral Leste. Neste mesmo período foram observados municípios que apresentam altos coeficientes de incidência rodeados por municípios com baixos coeficientes de incidência (alto-baixo): Canindé, Pentecoste e Fortaleza no mês de Janeiro. Sobral, Forquilha, São Gonçalo do Amarante, Fortaleza, Quixeré, Umari e Assaré em Fevereiro. São Gonçalo do Amarante, Beberibe, Icapuí, Quixeré, Potiretama, Iracema, Icó, Baixio, Tauá, Quixadá, Caridade e Varjota em março (Figura 17).

Os municípios que apresentaram coeficientes de incidência baixos cercados por municípios com coeficientes de incidência de valores altos (baixo-alto) no mês de Janeiro concentraram-se nas regiões da Grande Fortaleza, uma parte do Litoral Oeste/Vale do Curu, do Sertão do Canindé e o município de Santa Quitéria pertencente ao Sertão dos Crateús. Em Fevereiro concentram-se na região da grande Fortaleza (Caucaia, Paraipaba e Paracuru), Vale do Jaguaribe (Russas, Limoeiro do Norte), Litoral Leste (Jaguaruana), Icó, Lavras da Magabeira, Baixio e Região do Cariri. E em março, permaneceu na região do Cariri (Araripe, Santana do Cariri, Antonina do Norte, Tarrafas, Farias Brito, Altaneira) e Aiuba localizada no Sertão dos Inhamuns (Figura 17).

A partir de março começaram a surgir municípios com altos coeficientes de incidência rodeados de municípios com iguais características, hot spots (aglomerado com valores altos). O primeiro *hot spot* foi apontado na região do Cariri (Campos Sales, Salitre, Assaré e Potengi). O município de Apuiarés na região do Vale do Curu também apresentou coeficientes de incidência alto (Figura 17).

A partir do mês de abril até setembro houve a manutenção de agregados com valores altos (hot spots) espalhados pelo estado do Ceará. Em abril foram identificados hot sports nas regiões Vale do Curu/Litoral Leste (São Luis do Curu e

Pentecoste), Sertão Central (Itapiúna, Quixadá, Ibicutinga), Sertão dos Inhamuns/Sertão de Crateús (Quiterianópolis e Independência), Campos Sales e Icó, das regiões do Cariri e Centro Sul do Estado respectivamente. Em maio houve o aumento do agregado na região do Sertão de Crateús (Crateús. Tamboril, Nova Russas, Arenradá, Hidrolândia e Ipu foram os municípios introduzidos no hot spot). O município de Salitre (Região do Cariri), Quixeramobim, Ibicutinga, Itapiúna (Sertão Central), São Gonçalo, São Luís do Curu, Umirim (Litoral Leste/Sertão do Curu) foram os municípios que destacaram-se com alto coeficiente de incidência nas suas respectivas regiões (Figura 17).

Em Junho, sete regiões foram evidenciadas com clusters de altos coeficientes de incidência: Grande Fortaleza, Sertão do Curu/Litoral Leste, Sertão de Crateús, Serra da Ibiapaba, Sertão de Sobral, Sertão e Canindé e a região do Maciço de Baturité. O município de Icapuí foi destaque no litoral leste, único que apresentou elevada incidência na região (Figura 17).

Os meses de julho e agosto nas regiões Sertão do Crateús, Sertão de Canindé, Sertão do Curu e Sertão Central foram destaque apresentando um grande agregado de valores elevados. Os municípios de Martinópolis, Uruoca, Senador Pompeu e Moraújo foram os representantes da região do Sertão de Sobral com elevados valores de incidência. Fortaleza, Caucaia, São Gonçalo do Amarante e Pentecoste formaram outro hot spot. Outro cluster formado nesses 2 meses foi constituído pelos municípios de Aracoiaba e Redenção (Figura 17).

A partir de setembro, os clusters começam a se dissipar. As regiões que permanecem apresentando municípios alto-alto são: Região Metropolitana, Litoral Oeste, Sertão do Canindé, Maciço de Baturité, Sertão Central e Litoral Norte. Nos meses de Outubro, Novembro e Dezembro os municípios de Independência, Nova Russas, Canindé e Pentecoste mantiveram-se com altos coeficientes de incidência, rodeados por municípios de baixos coeficientes. Martinópolis, Uruoca, Caucaia, Ipueiras e São Luiz do Curu foram os municípios que apresentaram valores altos de incidência nos últimos 3 meses do ano (Figura 17).

Em 2017 o cenário da chikungunya no estado se amplificou, em comparação ao ano anterior. Os mapas apresentam hot spots de maior extensão espalhados por todo Ceará. Em janeiro, fevereiro e março a região metropolitana de Fortaleza

evoluiu de índices baixo-baixo, alto-baixo e baixo-alto para hot spots que perduraram por todo o ano de 2017 (Figura 18).

Nos meses de abril, maio e junho houve expansão dos hot spots para as regiões Litoral Leste, Maciço de Baturité, Centro Sul, Sertão do Canindé, Sertão de Crateús, Cariri e de forma isolada os municípios de Chaval, Frecheirinha, Alcântara e Cariré da Região do Sertão de Sobral. Em julho, agosto e setembro há um deslocamento e manutenção de hot spots para as regiões Metropolitana de Fortaleza, Litoral Leste, Vale do Jaguaribe, Sertão Central, Centro Sul e Cariri e os municípios de Madalena e Boa viagem da região do Sertão de Canindé (Figura 18).

No último trimestre do ano de 2017 houve diminuição do número de municípios que apresentavam um alto coeficiente de incidência rodeados por municípios com iguais características. A região metropolitana de Fortaleza continuou como hot spot. As regiões do Sertão Central, Sertão do Canindé, Sertão do Crateús, Sertão dos Inhamuns e Centro Sul alternaram nesse período com índices alto-alto, alto-baixo e baixo-alto, mantendo esse último índice no mês de dezembro (Figura 18)

Figura 17 – Box Map da incidência de chikungunya no Ceará, por município de residência, 2016.

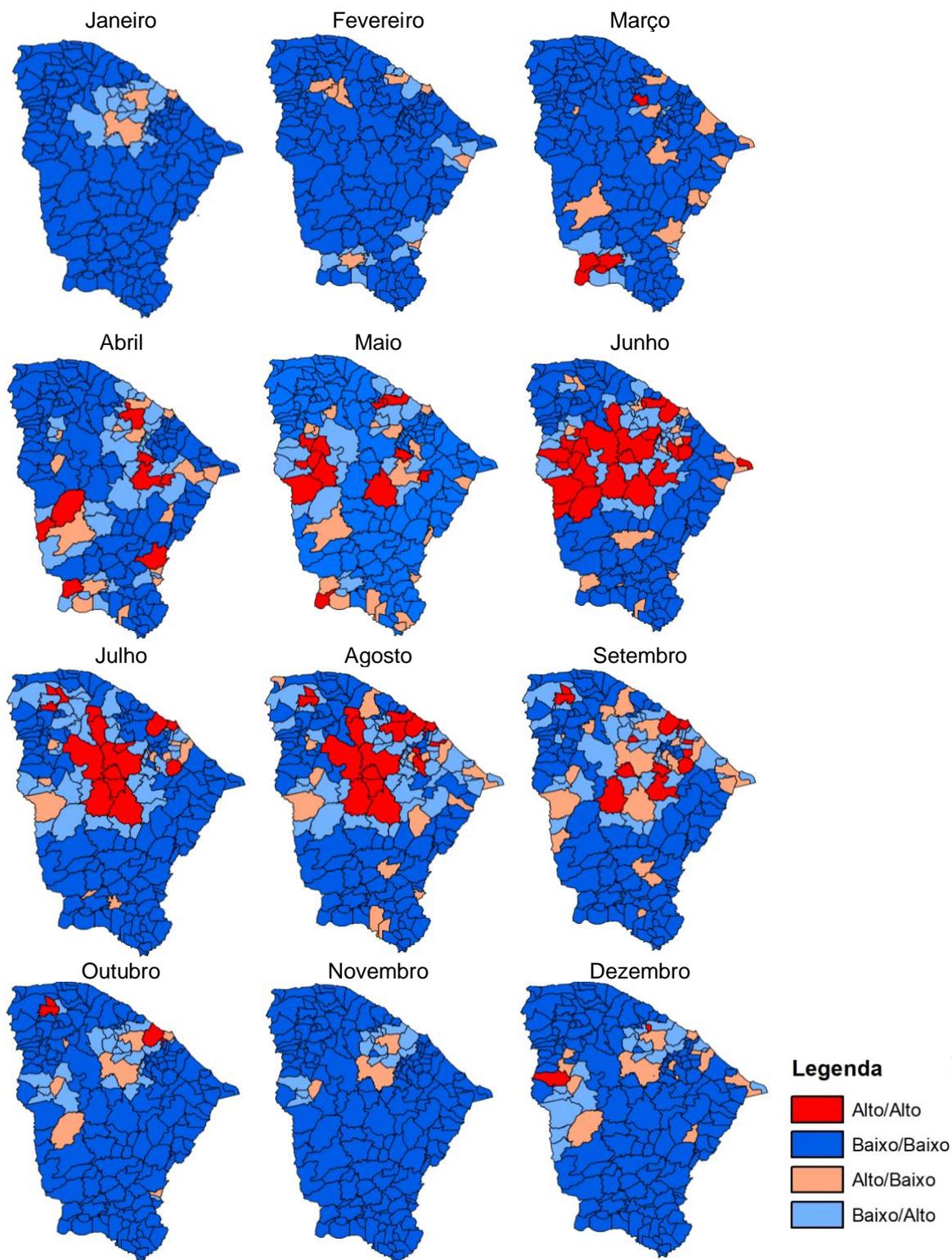
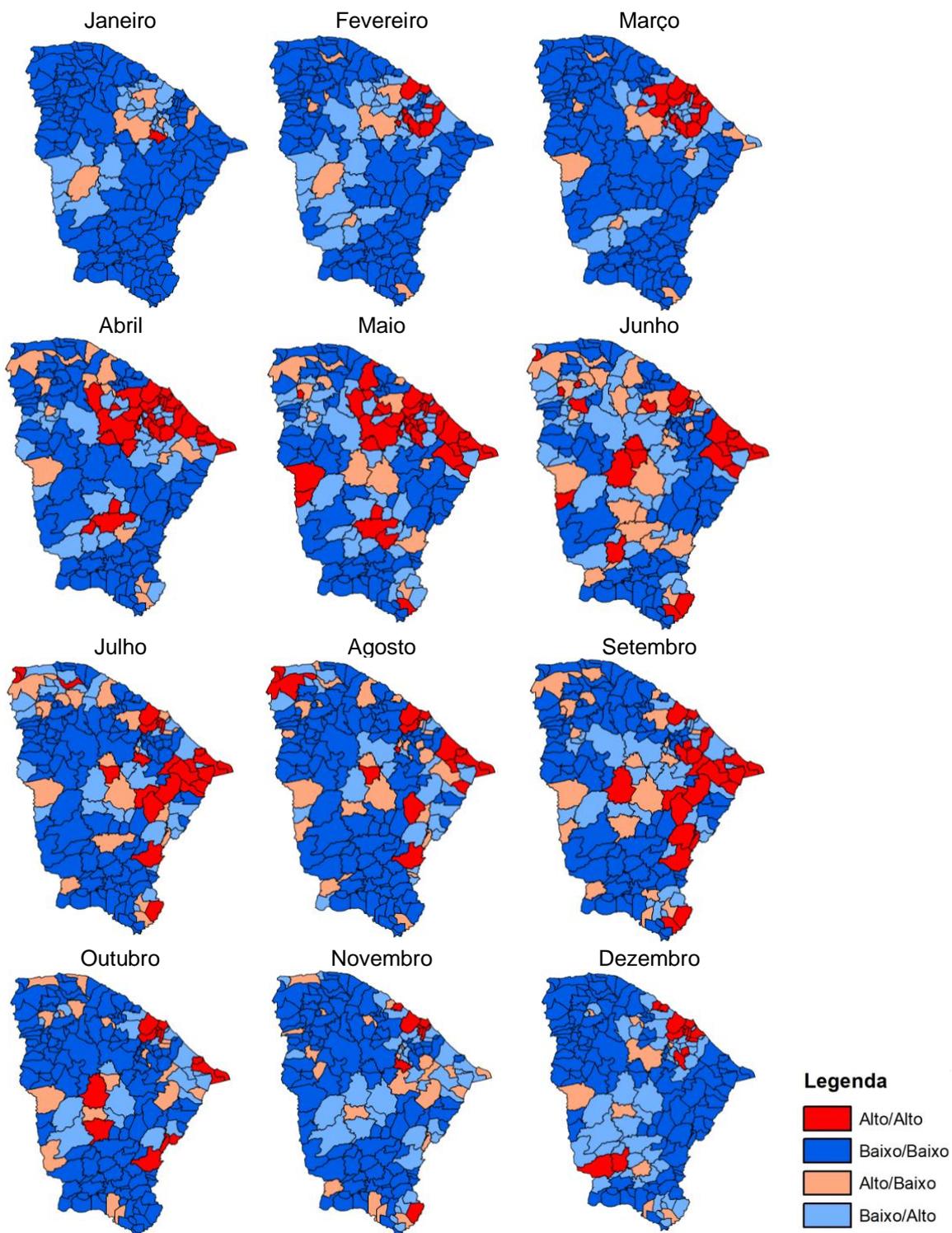


Figura 18 Box map da incidência de chikungunya no Ceará, por município de residência, 2017.



A análise espacial realizada com Moran apresentam áreas com variações de cores que representam coeficientes estatísticos significantes ou não. As áreas brancas demonstradas nos mapas significam municípios com coeficientes não significantes ( $p > 0,05$ ). Foram distribuídos temporalmente pelos meses do ano como demonstrado na figura 19.

No mês de janeiro os coeficientes de incidência nos municípios da região metropolitana de Fortaleza, Litoral Leste e Sertão do Canindé apresentaram coeficiente baixo-alto, com exceção dos municípios de Canindé e Pentecoste que apresentaram coeficientes alto-baixo (Figura 19).

Em fevereiro houve uma distribuição em todas as regiões do estado de municípios com características baixo-baixo, com exceção da região do Cariri onde os municípios de Campos Sales, Antonina do Norte, Tarrafas, Potengi, Santana do Cariri e Faria Brito apresentaram incidências baixo-alto, evoluindo assim no mês de março para o primeiro hot spot no ano de 2016. Este primeiro hot spot foi constituído pelos municípios de Campos Sales, Potengi, Salitre e Assaré. Os municípios de São Gonçalo do Amarante, Icapuí e Baixio apresentaram características alto-baixo e Fortaleza baixo-baixo (Figura 19).

Em abril os municípios de Campos Sales, Pentecoste e São Luís do Curu apresentaram coeficientes alto-alto. O município de Nova Russas apresentou índice alto-baixo e nesta mesma região houve a evolução para hot spot nos meses de Maio e Junho que teve concentração na região do Sertão do Crateús e Sertão do Canindé. Dos municípios pertencentes ao cluster com altos índices, os municípios de Boa Viagem e Madalena mantiveram essas características nos meses de Julho e Agosto e o município de Itatira e Caucaia mantiveram-se alto-alto nos meses de Julho, Agosto e Setembro (Figura 19).

No período de outubro a dezembro as regiões do litoral Norte, Litoral Leste, Vale do Jaguaribe, Cariri e uma parte do Sertão dos Inhamuns apresentaram clusters baixo-baixo. A região metropolitana de Fortaleza, uma parte da Região do Sertão de Canindé e Sertão dos Crateús apresentaram clusters baixo-alto. Destaque para os municípios de Caucaia, São Luís do Curu e Ipueiras neste período que apresentaram altos índices (Figura 19).

No ano seguinte no mês de janeiro foram verificados cold spots nas regiões do Litoral Norte, com exceção os municípios de Granja, Bela Cruz e Marco que não apresentaram significância estatística, uma parte do Sertão de Sobral e na região da Serra da Ibiapaba. Os meses de Fevereiro e Março esses clusters dissiparam-se e foram identificados os primeiros hot spots do ano de 2017. Os municípios de Guaramiranga, Pacoti e Aracoiaba formaram o primeiro e os municípios de Cascavel, Chorozinho, Ocara e Aracoiaba o segundo. Houve a presença de clusters baixo-baixo e baixo-alto na região do Cariri que se mantiveram até o mês de junho, sendo este último mês composto por menos municípios se comparado aos meses anteriores (Figura 20).

Os meses de abril e maio apresentaram municípios com coeficientes alto-alto concentrados na região metropolitana, litoral leste e de forma isolada os municípios de Acopiara, Caridade, Aratuba, Aracoiaba e Acarape. Junho e julho os hot spots foram concentrados nas regiões do litoral leste e vale do Jaguaribe. Os municípios de Barroquinha, Chaval, Boa Viagem e Madalena apresentaram coeficientes alto-alto (Figura 20).

Agosto, setembro e outubro alguns municípios da região do litoral Leste, Região do Vale do Jaguaribe e do Centro Sul apresentaram coeficientes alto-alto, estes municípios foram: Beberibe, Fortim, Palhano, Aracati, Icapuí, Jaguaruana, Russas, Jaguaratama, Icó, Pereiro, Ererê. Neste mesmo período foram observados cold spots nas regiões. Nos meses de novembro e dezembro o hot spot ficou concentrado em Fortaleza, Eusébio, Aquiraz, Pacatuba, Itaitinga, Horizonte (Figura 20).

Figura 19 – Moran map da incidência de chikungunya no Ceará, por município de residência, 2016.

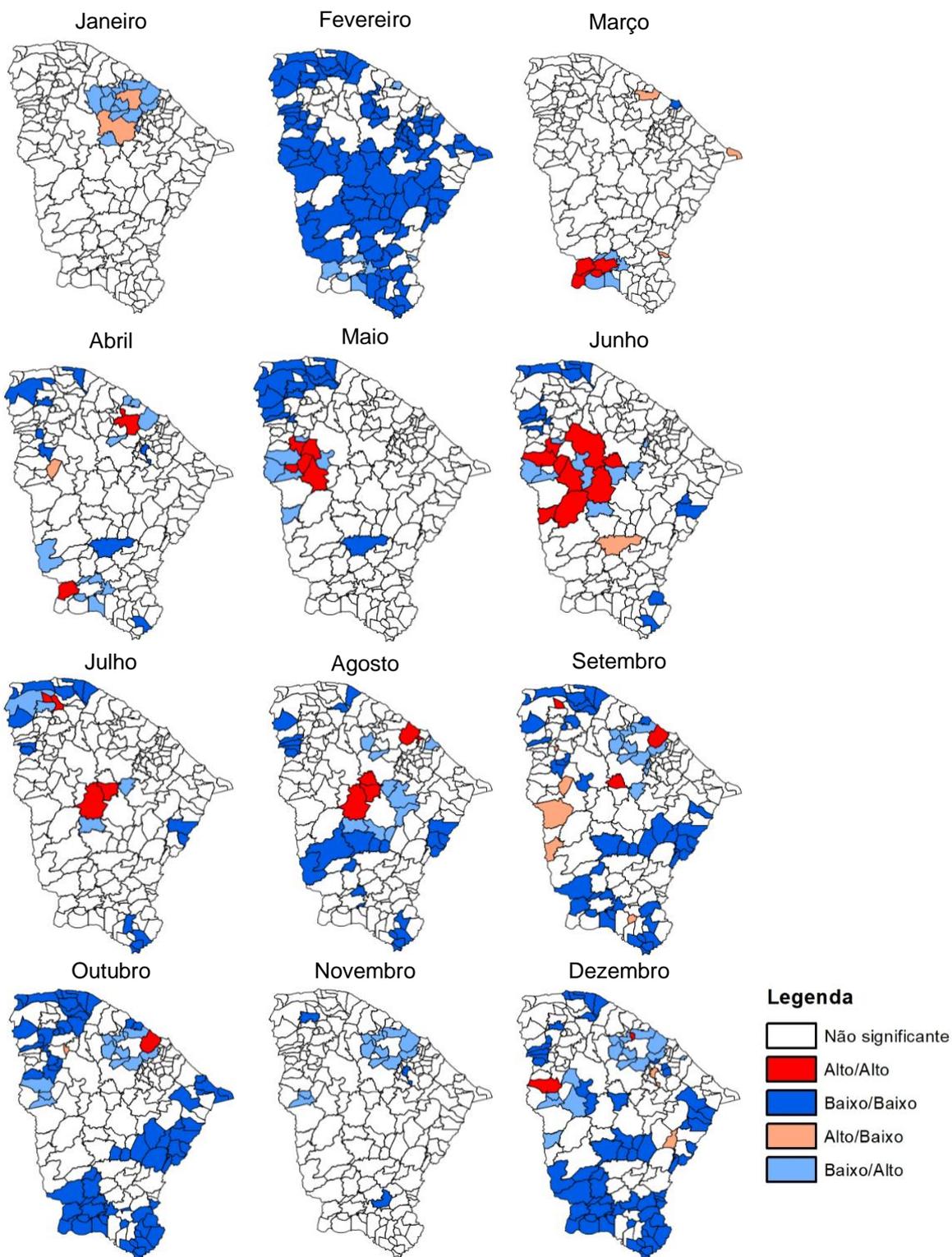
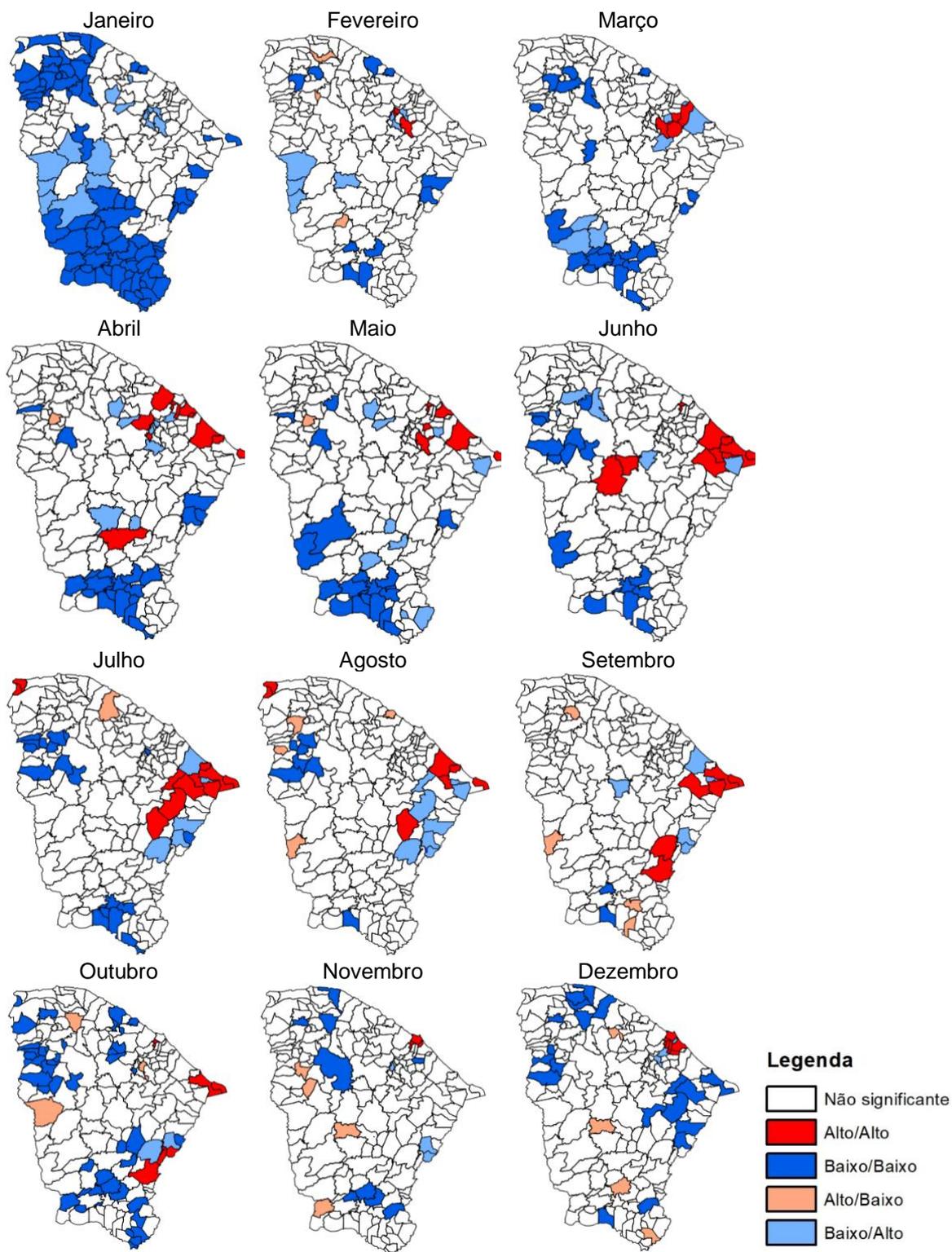


Figura 20 - Moran map da incidência de chikungunya no Ceará, por município de residência, 2017 (MORAN)



## 5. DISCUSSÃO

Evidenciou-se maior número de casos no ano de 2017, possivelmente resultante da maior dispersão do vírus, presença do vetor em todas as regiões do Estado, maior oferta dos serviços de saúde, preparo dos profissionais para identificação da doença, além da melhor estruturação da Vigilância Epidemiológica, o que pode ter influenciado na maior proporção de casos notificados. A melhor estruturação da vigilância epidemiológica gera planejamento de ações, torna mais efetiva a disponibilidade de testes diagnósticos, melhoram fluxos e a comunicação dos resultados notificados gerando reconhecimento da proporção da doença (VEGA-RÚA et al., 2014). Porém, vale ressaltar que essas porcentagens analisadas não consideram as subnotificações, sendo considerado um problema ainda presente no serviço.

Houve concentração de casos, com picos da doença, nas semanas epidemiológicas 5 a 25 e, após esse período, houve uma redução. Este fato pode ser corroborado pelos mais elevados índices pluviométricos no estado que se concentram em sua maioria no primeiro semestre do ano, em especial entre os meses de março a junho, denominada quadra chuvosa do estado do Ceará (IPECE, 2017).

As variações climáticas, como as variações da ocorrência de chuvas, temperatura e umidade, são responsáveis diretas pela variação da densidade populacional de *Ae. aegypti*, (CONSOLI; OLIVEIRA, 1994; HONÓRIO; LOURENÇO-DE-OLIVEIRA 2001, JULIANO et al. 2002, ALTO; JULIANO 2001, MADEIRA et al. 2002). A densidade populacional do *Ae. aegypti* é diretamente influenciada pela presença de chuvas. Apesar de que mesmo com o índice de chuvas mais baixo ainda é possível manter uma população considerável às custas dos criadouros permanentes e semipermanentes que tem seu preenchimento de água independentes das chuvas (caixas d'água, cisternas, latões etc) (CONSOLI; OLIVEIRA, 1994). Isso explica os picos de coeficientes de incidência encontrados

no segundo semestre dos dois anos epidêmicos, onde não são frequentes as chuvas.

Na quadra chuvosa a população de insetos alcança níveis elevados favorecendo, ainda mais, a transmissão de patógenos (CONSOLI; OLIVEIRA, 1994). De acordo com Viroj Wiwanitkit (2004), o surto de dengue na região central da Tailândia é influenciada diretamente pelas chuvas.

Diferentes estudos analisam a influência da temperatura sobre a taxa de eclosão e a viabilidade dos ovos de *Ae. aegypti* (GUBLER, 1998; PARKER, 1986), sobre o desenvolvimento larval (RUEDA et al. 1990) e sobre a dispersão e longevidade do adulto (HONÓRIO ET AL. 2003, MACIEL-DE-FREITAS et al. 2007).

De acordo com estudo um realizado por Honório (2009), há maior número de vetores quando a temperatura encontra-se entre 22° e 24°C, elevando assim o risco de transmissão da dengue. Já para Consoli e Oliveira (1994), a temperatura favorável para o desenvolvimento varia para cada espécie, desde os 24°C até os 28°C (temperatura ambiente do ar) para a maioria dos mosquitos tropicais. Ficou evidente que em relação ao desenvolvimento embrionário do *Aedes* a taxa de eclosão dos ovos chega a 90% quando a temperatura está entre 22° e 28°C, diminuindo rapidamente essa taxa em temperaturas abaixo de 22°C ou acima de 31°C (HONÓRIO, 2009).

O metabolismo do vetor também é afetado pela temperatura, no qual aumenta nos meses quentes, reduzindo seu ciclo evolutivo em até oito dias, ou prolongando-o até 22 dias nos meses frios (CONSOLI; OLIVEIRA, 1994). Também a replicação e maturação do vírus no inseto (período extrínseco) são aceleradas com o aumento da temperatura (WATTS et al, 1987). O *Ae. albopictus* possui aspectos semelhantes ao *Ae. aegypti*, cria-se em recipientes naturais e artificiais, competindo com o *Ae. aegypti*, aproveitando os mesmos tipos de criadouros já assinalados para este outro mosquito (CONSOLI; OLIVEIRA, 1994).

De acordo com Honório e Lourenço (2001), o vetor responde a flutuação sazonal das variáveis meteorológicas, e a dengue possui a tendência de seguir esse padrão sazonal, que durante o verão chuvoso possuem elevados incidência da doença, quando altos índices pluviométricos e temperaturas médias e máximas são registrados (HONÓRIO & LOURENÇO DE-OLIVEIRA, 2001). Seguindo esse pressuposto, arboviroses que possuem o mesmo vetor, como é o caso da chikungunya, seguem os padrões climáticos sazonais.

A flutuação da precipitação pluviométrica pode ter influência direta sobre aumento dos criadouros, em especial aqueles expostos a céu aberto e de pequenos porte, artificiais ou naturais que vem aumentando o número destes em ambiente extradomiciliar (HONÓRIO & LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, 2001).

Como consequência do aumento das possibilidades de criadouros, há o aumento da migração dos mosquitos entre os domicílios e demais imóveis e o aumento da dispersão, influenciando a variabilidade genética das populações do vetor (LOURENÇO-DE-OLIVEIRA et al. 2004; COSTA-RIBEIRO et al. 2006)

Outros aspectos fortemente influenciados por fatores meteorológicos foram a quantidade de picadas potencialmente infectantes em um único hospedeiro no período do dia e a longevidade do vetor. Em estudo realizado na cidade de Macau e em duas ilhas, Taipa e Coloane, na China a taxa média de picadas diária em humanos foi de 314 fêmeas/pessoa/dia na estação chuvosa e 94 fêmeas/pessoa/dia na estação seca (ALMEIDA et al. 2005).

Todos esses fatores climáticos e ambientais envolvidos geram um cenário propício para o elevado coeficiente de incidência das arboviroses em períodos chuvosos, conforme Gonçalves e Rêbello (2004) evidenciaram em sua pesquisa no município de São Luiz – MA durante o período de 1997 a 2002 foram observados elevação do número de casos nos meses de janeiro a junho, considerada a quadra chuvosa no estado. O percentual de concentração de casos chegou a 83,80% nesse período.

Em outro estudo realizado em João Pessoa, no período de 1996 a 2000, verificaram que o período de março a junho foi o de maior concentração de casos. Vale ressaltar que nesse período há maior elevação da temperatura e onde está o período chuvoso da Paraíba (SOUSA; DANTAS; LIMEIRA, 2007). No Paraná também foi evidenciado a sazonalidade de casos de dengue associados a precipitação pluviométrica do local, com correlação de 20,47%. Em relação a temperatura e transmissão da doença, a associação chegou a 40% (OLIVEIRA et al. 2007).

No cenário mundial, Donalisio e Glasser (2002), verificaram que países tropicais como Tailândia e Indonésia os meses de maior precipitação pluviométrica coincidem com os meses de maior ocorrência de casos de dengue hemorrágica. Sugere-se que esse pico de transmissão não tenha associação com a densidade vetorial, mas sim com as condições climáticas que favorecem o aumento da sobrevivência do vetor, visto que nesses dois países os depósitos para armazenamento de água não dependem da chuva. Corroborando assim com a taxa de incidência do presente estudo, que teve maior concentração nos meses onde há maior umidade e altos índices pluviométricos.

Ao se analisar o índice de infestação vetorial (IIP), que é definido pelo percentual de imóveis positivos para as fases imaturas do *Ae. Aegypti* em uma dada localidade (FOCKS, 2003), dos anos de 2016 e 2017 nas 22ª CRES do estado, verificou-se que nos três primeiros ciclos (cada ciclo possui duração de aproximadamente 2 meses) se concentram índices superiores a 1% o que significa situação de alerta ou risco de epidemia (CEARÁ, 2016; CEARÁ, 2017).

Um estudo realizado em Fortaleza observou que os quatro períodos de transmissão epidêmica na cidade estiveram associados a IIPs de 4%, 3%, 7% e 5%, como sugestão foi indicado que esse índice fosse reduzido para 1% através de intensas ações de controle (PONTES et al. 2000).

O período destacado coincide com o período de elevado coeficiente de incidência. Porém, determinar o risco embasado no fator de infestação apresenta

algumas lacunas, alguns estudos realizados com dengue, demonstram que mesmo uma baixa infestação vetorial é suficiente para a transmissão da doença (TAUIL, 2002). Corroborando com Teixeira et al. (2002), que demonstrou que mesmo o IIP de 1% propiciou a transmissão da dengue, porém neste estudo não foi possível determinar o limiar de segurança do IIP para que epidemias não sejam estabelecidas.

Honório (2009) sugere alguns pontos que podem justificar a baixa associação do índice de infestação e o risco de transmissão como baixa qualidade dos dados entomológicos, dados ruins sobre a incidência da dengue e falhas na operação de campo que podem impactar no cálculo.

Outra situação associada à variação do índice de infestação é o baixo quantitativo de agentes de endemias. Tal fato está intimamente relacionado à diversas questões, desde financeiras como escassez de recursos para o pagamento da folha salarial até questões políticas, como troca de gestão municipal com a mudança no quadro de pessoal. Esse cenário compromete tanto o combate à doença quanto a qualidade das investigações, corroborando como estudo de AQUINO JÚNIOR, 2010.

Outro fator observado nos dois anos analisados foi a diminuição do coeficiente de incidência no sexo masculino e quando este é comparado ao sexo feminino, também apresentam menores coeficientes de incidência. O sexo feminino mostrou-se mais prevalente no que diz respeito a intensidade e cronicidade da artralgia (THIBERVILLE, et al. 2004; JAVELLE, et al. 2015). Sabe-se que as mulheres são o grupo etário mais acometido por doenças reumatológicas (MACHADO et al. 2004). Acredita-se que vírus artritogênicos como o da chikungunya, podem intensificar doenças associadas ao colágeno preexistentes, em especial a artrite reumatoide e a osteoartrite, porém mais estudos são necessários para estabelecer essa relação entre arboviroses e doenças articulares preexistentes (BURT; CHEN; MAHALINGAM, 2014).

Foram descritos os padrões da distribuição espacial e identificadas agregados espaciais de municípios de alta frequência para o coeficiente de incidência de casos confirmados de chikungunya no estado do Ceará nas epidemias de 2016 e 2017. O estudo explorou uma perspectiva nova de organizar o planejamento de atividades voltadas para o controle das arboviroses, tendo em vista que o modo de transmissão ocorre da mesma forma nestas doenças.

A técnica de análise espacial proporcionou definição de áreas de risco nas quais exigem monitoramento, pois esses municípios funcionaram como bolsões com grande potencial dispersor de casos para os municípios e até mesmo estados vizinhos. Eles se tornam áreas estratégicas para concentração de atividades de controle.

A análise mostrou uma heterogeneidade geográfica na distribuição dos casos ao longo dos dois anos epidêmicos. Foram evidenciados nesse período diversos agregados espaciais (clusters) bem definidos de altos coeficientes de incidência disseminados por várias regiões do estado. Esse cenário exige que a secretaria de saúde priorize ações de controle, educação em saúde e forneça para os Agentes de Endemias, profissionais que são a linha de frente de atuação contra arboviroses, capacitações e atualizações sobre a prática desses profissionais.

Pessoa *et al.* (2016) destacou que os Agentes Comunitários de Saúde (ACS) e os Agentes de Endemias (ACE) reconheceram a necessidade de capacitações tanto entre as categorias como para os demais profissionais da saúde, abrangendo também gestores e supervisores favorecendo integração de atividades. Destacaram também que ao especificar e explanar as funções de cada categoria as ações de controle da dengue seriam potencializadas.

Dentro destas perspectivas de controle das arboviroses o governo do estado lançou diversas medidas para enfrentamento das mesmas, visando conter a disseminação da chikungunya, zika e dengue no estado. Em dezembro de 2015 foi instituído o comitê Gestor Estadual de Políticas de Enfrentamento à Dengue, Chikungunya e Zika onde contou com várias entidades e órgãos a fim de formar

parcerias e articular ações de combate ao *Aedes Aegypti*, reduzir a incidência e seus efeitos e auxiliar nas pesquisas relacionadas às ações de vigilância, prevenção, controle e assistência aos pacientes. No mesmo período, as brigadas estaduais de combate ao *Aedes Aegypti* foram estabelecidas com o intuito de combater o vetor em prédios públicos estaduais ou por órgãos públicos e/ou vinculados (CEARÁ, 2015). Essas políticas intersetoriais são fundamentais para o fortalecimento de ações e estimulam a redução de ações isoladas e fragmentadas frente à problemas palpáveis e graves como aconteceu com o surgimento da chikungunya no estado.

A educação permanente na perspectiva da intersetorialidade baseia-se na articulação das ações de gestão sobre problemas reais, elencados pelos sujeitos que vivem nesses territórios, e que são transformadas em demandas políticas. Esse é o papel central que a prática da vigilância em saúde deve desempenhar na atenção primária à saúde (CESARINO et al., 2014).

Além dessas ações, houve a criação do incentivo “Todos contra o mosquito” em 2017 visto o cenário epidêmico e o número exponencial de casos no estado. Este incentivo à gestão municipal têm como objetivo melhorar cobertura de visita domiciliar, redução da infestação vetorial, redução da incidência das arboviroses, prevenção do adoecimento da população e prevenção de ocorrência de casos graves e óbitos por arboviroses (CEARÁ, 2017).

Para o alcance desses objetivos o incentivo conta com várias ações como: Formação de comitê municipal intersetorial de combate ao *Aedes*; Indicadores de qualidade da vigilância epidemiológica das arboviroses; cobertura de visita domiciliar em no mínimo 80%; índice de infestação predial (IIP) menor que 1% e elaboração de plano municipal de ação de vigilância e controle (CEARÁ, 2017).

Destaca-se que existe um arcabouço de medidas adotadas pela gestão desde que o cenário epidêmico no estado foi instalado, porém a lacuna na participação popular dessas atividades permanece em aberto, o que impacta

diretamente na adoção de muitas dessas medidas e na redução dos casos no estado.

De acordo com Silva *et al.* 2011, as instituições governamentais têm tido a preocupação de organizar ações que integrem saúde, educação, participação popular e comunicação, onde o foco é a atenção primária, vista como potencialidade devido seu papel e capilaridade no território. Existem diversos fatores que fragilizam o apoio da população às práticas voltadas para a prevenção e a comunicação é o principal deles. Desta forma há necessidade de políticas e espaços para a promoção da participação nas discussões sobre questões sanitárias (SILVA *et al.*, 2011). A comunidade assumindo papel de protagonista é de suma importância pois cerca de 90% dos criadouros do vetor encontram-se no ambiente intradomiciliar (GOMES *et al.*, 2015).

A participação popular no enfrentamento das arboviroses ainda é cercada de questões que dificultam esse protagonismo. Sobre a ótica dos profissionais de equipes da saúde da família foram elencados alguns fatores para essas dificuldades como: as pessoas ainda não se conscientizaram que precisam ter cuidado com o ambiente em que vivem, descrédito da população na ocorrência e gravidade da doença, além também de fatores estruturais da própria cidade como falta de qualidade dos serviços diretos e dos relacionados ao controle do dengue, influência das classes sociais na ocorrência e no controle do dengue (REIS *et al.* 2013).

Em um estudo realizado em um município da Bahia para avaliar as ações de vigilância e controle da dengue, Silva e Silva (2013) observaram que a nível local não existiam adesão da comunidade nos mutirões de limpeza e grande parte do parte do lixo coletado dos domicílios era despejado em “lixão”.

No Brasil o controle do *Ae. aegypti* é centrado nos seus diferentes estágios e essas atividades são desenvolvidas rotineiramente com base no Programa Nacional de Controle da Dengue (PNCD). Dentre as diversas atividades do programa podemos citar: o combate ao vetor e as ações integradas de educação

em saúde, comunicação, mobilização social dentre outros, que centram o seu objetivo na diminuição do índice de infestação predial (IIP) e por consequência a redução da incidência das doenças transmitidas por ele (BRASIL, 2009; VANLERBERGHE *et al.* 2017).

Foram verificados os IIP dos municípios que apresentaram altos coeficientes de incidência e daqueles denominados alto-baixo, que favorecem a dispersão de casos para os municípios vizinhos, nas duas ondas epidêmicas observou-se que a grande maioria não completou o número de 10 ciclos, quantidade máxima que o municípios consegue fazer no período de um ano, e que apresentaram variação nos três níveis de IIP, baixo, médio e alto, porém esses dois últimos níveis tiveram maior concentração nos ciclos observados (CEARÁ, 2019).

A relevância de focar nos municípios nestas condições é reforçada com análises realizadas com dados epidemiológicos do Estado de São Paulo que observaram que grandes epidemias no município de Araraquara foram seguidas por epidemias em municípios circunvizinhos como Matão, Rincão, Motuca e Américo Brasiliense, o que reforça a o papel de municípios disseminadores (CENTRO DE VIGILÂNCIA EPIDEMIOLÓGICA PROF. ALEXANDRE VRANJAC, 2015).

Na primeira onda epidêmica no ano de 2016, os municípios em questão tiveram as seguintes variações no IIP: Pentecoste (1,02 – 7,6); Canindé (1,5 – 16,0); São Gonçalo do Amarante (0,14 – 5,87); São Luís do Curu (4,18 – 13,2); Icapuí (0 – 1,2); Campos Sales (1,87 – 5,52); Hidrolândia (3,9 – 11,44); Nova Russas (0,71 – 6,37); Ipu (1,75 – 10,75); Tamboril (0,9 – 1,84); Ararendá (0,18 – 9,5); Santa Quitéria (0 – 0,78); Itatira (0,72 – 2,04); Boa viagem (1,48 – 12,7); Novo Oriente (0,33 – 2,58); Independência (2,59 – 3,75); Acopiara (0,7 – 1,94); Caucaia (2,1 – 5,9); Madalena (0,69 – 6,4); Martinópolis (0,21 – 3,7); Senador Sá (1,6 – 5,8) (CEARÁ, 2016).

No ano de 2017, caracterizado pela segunda onda epidêmica, os municípios em questão tiveram a seguinte variação: Fortaleza (0,63 – 1,78); Aracoiaba (1,2 –

4,75); Pacoti (0,82 – 3,42); Guaramiranga (0,07 – 1,02); Marco (0,23 – 4,31); Catarina (1,65 – 6,57); Ocara (0,9 – 3,17); Chorozinho (4,34 – 6,36); Caucaia (2,38 – 5,99); Beberibe (0,11- 1,53); Itaitinga (0,31 – 2,57); Aquiraz (0,06 – 1,12); Pindoretama (0,71 – 2,29); Reriutaba (0,6 – 8,87); Caridade (0,96 - 3,89); Aratuba (0,8 – 6,96); Acopiara (0,16 – 1,78); Boa viagem (1,34 – 7,39); Madalena (0,19 – 5,04); Russas (0,78 – 2,81); Palhano (0,78 – 2,81); Aracati (0,74 – 1,13); Itapipoca (0,1 – 1,74); Quixeré (0,44 – 3,81); Morada Nova (2,26 – 4,37); Jaguaratama (1,94 – 5,11); Barroquinha (0,83 – 2,29); Chaval (0,65 – 2,85); Icó (0,85 – 2,05); Barbalha (1,84); Caririaçu (0,33 – 3,7); Massapê (0,28 – 3,27); Coreaú (0,36 – 3,27); Carnaubal (0,24 – 1,97); Paracuru (0 – 1,19); Pereiro (2,44 – 4,36); Ererê (0,76 – 4,0); Crateús (0,69 – 4,75); Pedra Branca (0,8 – 3,19); Campos Sales (2,69 – 6,69); Brejo Santo (0,35 – 1,96); Itapajé (0,89 – 4,32) (CEARÁ, 2017)

Esta associação de IIP e incidência de arboviroses foi observada também em um estudo em Belo Horizonte, onde houve associação significativa entre a incidência da dengue e o IIP (CORRÊA, FRANÇA, BOGUTCHI, 2005) e em Goiás, onde também foi observado a incidência de dengue na estação chuvosa e seca, sendo que no primeiro período foi observado maior quantitativo de casos, confirmando a hipótese de que quando a densidade do vetor está elevada há maior transmissão (TEIXEIRA *et al*, 2002).

Em contrapartida, os municípios Groaíras, Cascavel, Icapuí, Fortim, Jaguaribe, Quiterianópolis, Santana do Acaraú e Caririaçu foram municípios que estavam com coeficientes de incidência alto-alto ou alto-baixo no ano de 2017 e ao serem observados os IIP destes lugares constatou-se que eles mantiveram baixos índices nos ciclos realizados. Isto pode ser explicado segundo Viana e Ignotti, 2013, que apesar de períodos secos e temperaturas baixas, o número de vetores permanecem suficientes para sustentar a transmissão da doença relacionado ao hábito hematofágico do vetor que ocorre por todo ano.

Outras características que devem ser consideradas são aquelas que dizem respeito a estrutura dos municípios, principalmente no ambiente urbano, já que as arboviroses são consideradas doenças predominantes do ambiente urbano. De

acordo com Aquino Júnior, 2014 países mais pobres e de clima tropical detêm um conjunto importante de fatores que favorecem a infestação do vetor como problemas no planejamento urbano, clima, saneamento básico, déficits no serviço de assistência e controle de epidemias o que favorecem a disseminação das doenças veiculadas por vetores.

Desse modo, tanto a infraestrutura sanitária como padrões sociais precários formam um conjunto favorável prejudicial à saúde pública, principalmente nos países em desenvolvimento, no que diz respeito às doenças infecciosas que continuam sendo uma importante causa de morbidade e mortalidade (CALIJURI *et al.* 2009).

Estudos sobre o *Aedes aegypti* apontam a alta frequência em ambientes urbanos, principalmente aqueles com elevada densidade populacional humana. O ambiente intradomiciliar é o mais frequente, devido a disponibilidade de humanos, sustentando assim seus hábitos hematófagos (BRAKS *et al.* 2003; LIMA-CAMARA; HONÓRIO; LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, 2006; HONÓRIO *et al.*, 2009; ZARA *et al.*, 2016).

A densidade populacional é fator fundamental que auxilia na explicação de altas incidência de dengue, pois quanto maior o número de indivíduos em uma dada área maior o contato com o vetor e maior a possibilidade de transmissão da doença, principalmente se for um grupo suscetível (SCANDAR *et al.* 2010). O mesmo pode ser explicado para a transmissão da chikungunya, visto que possuem o mesmo vetor.

Concomitante a esses fatores temos o abastecimento de água como outro fator crucial que pode ser relacionado ao coeficiente de incidência elevado. A ausência desses serviços ou mesmo a irregularidade no fornecimento de água pode implicar situações extremamente favoráveis a procriação do vetor, sendo determinante na transmissão (OLIVEIRA; VALLA, 2001).

As necessidades básicas da população que necessitam da utilização de água, como higiene corporal ou de alimentos, faz com que a água seja armazenada

em recipientes inapropriados, muitas vezes sem os cuidados necessários facilitando a reprodução do vetor (BARCELLOS *et al.* 2005; CAPRARA *et al.* 2009; TAUIL, 2002).

Bohra e Andrianasolo (2001) analisaram em Jalore, uma cidade da Índia, que os fatores como padrões habitacionais estão diretamente ligados com a endemicidade da dengue neste local. O armazenamento da água devido ao abastecimento inadequado impactou significativamente o número de casos da doença. Esse armazenamento nas casas criou condições favoráveis a presença mais pronunciada do vetor.

Em contrapartida um estudo de distribuição espacial da dengue realizado em uma localidade urbana do Sudeste não foi encontrada correlação entre o coeficiente de incidência de dengue e o percentual de domicílios com abastecimento de água encanada. Uma contradição, visto que no mesmo estudo foram verificadas áreas com altos índices de incidência da doença e anteriormente foram encontradas grande de recipientes para armazenamento de água na composição do índice larvário de *Aedes aegypti*, apesar de existir tecnicamente um bom índice de fornecimento de água encanada (COSTA; NATAL, 1998).

No Ceará cerca de 80 municípios possuem domicílios com abastecimento de água adequado variando de 70,01 a 96,97 (IPECE, 2010a) e cerca de 137 municípios possuem taxa urbana de abastecimento de água acima de 97,00% (IPECE, 2017b). Um número relativo de municípios possuem o abastecimento adequado, porém é preciso levar em consideração não somente a existência formal de dados do abastecimento de água, mas também a frequência e regularidade desse abastecimento, não divulgados em boletins técnicos.

Além do abastecimento de água outros fatores estruturais e socioeconômicos são apontados como facilitadores no contexto da disseminação de arboviroses, como foi demonstrado em pesquisas sobre a dengue: Resendes *et al.* (2010) evidenciou que os maiores coeficientes de incidência foram obtidos em estratos com condições de infraestrutura e serviços de saneamento precários,

adicionado de alta concentração populacional e elevado percentual de favelas. Mondini e Chiaravalloti (2007) analisaram em São José do Rio Preto estratos populacionais que variavam de melhores a piores condições socioeconômicas e demonstraram que o componente socioeconômico foi relevante nos coeficientes de incidência e o risco de adoecer no estrato de pior condição foi 2,7 vezes maior do que naquele de melhor condição.

Thammapalo *et al.* (2008), na Tailândia, observou que os altos coeficientes de incidências de dengue ocorriam em áreas com habitações precárias e deficientes no serviço de coleta de lixo. Alves *et al.* (2011), também analisou a dengue na cidade de Campo Mourão – PR e comprovou altos índices de infestação associados por aspectos socioeconômicos, pois determinadas áreas eram compostas por populações de baixa renda.

No Ceará o contexto socioeconômico também pode ser associado a altos coeficientes de arboviroses visto que dos 184 municípios do Estado apenas 23 possuem percentual de 30,01 a 68,72 de domicílios ligados a rede de esgoto ou pluvial e 42 municípios com um percentual de 70,01 a 98,75 de cobertura de coleta de lixo (IPECE, 2010c). Em relação a taxa de esgotamento sanitário, apenas 54 municípios possuem um percentual de 30,01 a 95,00 de cobertura (IPECE, 2017d). O que demonstra o déficit desses serviços fundamentais e que possuem relação direta com o contexto da chikungunya.

Outro fator que deve ser levado em consideração no contexto da doença é a cobertura assistencial no estado visto que de acordo com Teixeira e Medronho (2008) foi encontrada associação inversa entre o percentual de cobertura de Estratégia de Saúde da Família (ESF) e incidência da dengue demonstrando que quanto maior o percentual de cobertura de estratégias de saúde da família menor será a incidência naquele local. Corroborando com esse achado, Chiaravalloti *et al.* (2006) evidenciou que as ações de controle da dengue realizadas tanto pela ESF como pelo Programa de Controle da Dengue (PCD) foram efetivamente semelhantes o que possibilita o aprimoramento e fortalecimento das ações, otimizando recursos e tempo.

Nesse contexto pode-se observar que o Ceará ainda tem um longo caminho a percorrer no que diz respeito a cobertura assistencial. De acordo com o IPECE (2017), apenas Fortaleza, Sobral e Juazeiro do Norte possuem de 101 a 296 unidades de saúde ligadas ao SUS. Itapipoca, Caucaia, Maracanaú, Crato e Barbalha são os municípios que possuem de 51 a 100 unidades de saúde e o resto dos municípios estão abaixo de 50 unidades, podendo chegar até a 4 unidades por município.

Outro fator que pôde ser observado foi que em alguns municípios que possuíam áreas quentes em 2016 mudaram esse perfil em 2017, passando a ser áreas frias e vice-versa. Uma possível explicação para a ocorrência desse fato é a diminuição de susceptíveis nessas zonas quentes que se tornaram zonas frias no ano seguinte. Este fato pode ser corroborado no estudo de Almeida *et al.* 2008, onde epidemias de dengue foram investigadas no período de 1996 a 2002 e foi observado concentrações de áreas de maiores incidências e posterior queda no número de casos em cada alça epidêmica. Podendo ser atribuídos ao esgotamento dos susceptíveis, intervenção do controle vetorial e condições naturais desfavoráveis, como a diminuição da temperatura e umidade, reduzindo a densidade vetorial.

Na análise realizada por Barbosa *et al.* 2010 foi observado nos dois anos analisados de transmissão, os casos de dengue, embora tenham ocorrido em grande parte no município de Tupã, no estado de São Paulo, as concentrações se mostraram distintas espacialmente em cada ano. A possível explicação levantada para a ocorrência de casos concentrados em regiões diferentes do município, nos dois anos de epidemia também foi o esgotamento de susceptíveis. Com isto pode-se sugerir que próximas possíveis epidemias podem ser iniciadas nas áreas frias dos mapas, tendo em vista que não houve esgotamento de susceptíveis na região.

## **6. LIMITAÇÕES DO ESTUDO**

Por se tratar de um estudo com abordagem ecológica, apresenta limitações inerentes à sua metodologia. Em relação a utilização das informações obtidas em bancos de dados secundários, o presente estudo está sujeito ao viés da subnotificação, pois ele mostra apenas uma parte da incidência da doença.

Sabe-se que o verdadeiro número de pessoas infectadas não chegam a fazer parte das estatísticas oficiais devido a alguns pacientes não procurarem o serviço de saúde ou a dificuldade na identificação e diagnóstico correto da chikungunya devido sua clínica perpassar a clínica de outras arboviroses, como dengue e zika.

## 7. CONCLUSÃO

A realização deste estudo permitiu destacar a sazonalidade da chikungunya, característica semelhante entre as arboviroses, e elencar possíveis fatores de risco e proteção para a difusão da chikungunya no espaço urbano, permitindo que ações de controle sejam pensadas, planejadas e executadas de forma antecipada ao período crítico. Que sejam ações de caráter permanente desconstruindo o cenário de atuação somente emergencial quando os coeficientes de incidência começam a elevar-se.

Os casos, nas duas ondas epidêmicas, tiveram distribuição em todo o estado do Ceará de forma heterogênea evidenciando que em todo o estado há condições favoráveis para a incidência dos casos e uma população susceptível à chikungunya.

Ressalta-se a apesar de formalmente presente os serviços de saneamento básico (água, esgoto e lixo) no estado do Ceará foi evidenciado a inequidade na oferta desses serviços, visto que há irregularidade na frequência e qualidade dos mesmos, funcionando como incremento de risco para a incidência dos casos. Pôde-se demonstrar que os fatores sociodemográficos estão diretamente ligados, apesar de não serem os únicos fatores, a proliferação do vetor e a ocorrência dos casos.

Destaca-se a importância do uso de ferramentas de análise espacial e a metodologia proposta pelo presente estudo, por utilizar técnicas de análise que englobam a dependência espacial em áreas na análise de ocorrência da chikungunya, tendo em vista que são subsídios fundamentais para elencar prioridades e locais que carecem de maior atenção, visando a um maior impacto das medidas de controle do vetor sobre a saúde da população.

Recomenda-se o emprego de técnicas de geoprocessamento para análise de casos de chikungunya e os IIP em cada município, favorecendo o direcionamento das atividades de controle e preparo dos serviços de saúde, de

forma rápida e em tempo real. Esse cenário irá favorecer tanto o monitoramento do cenário epidemiológico municipal como a redução de custos na saúde.

## REFERÊNCIAS

AAGAARD-HANSEN, J.; NOMBELA, N.; ALVAR, J. Population movement: A key factor in the epidemiology of neglected tropical diseases. **Tropical Medicine and International Health**, [s. l.], v. 15, n. 11, p. 1281–1288, 2010.

ANSELIN, L. Local indicators of spatial association - LISA. *Geogr Anal.* v. 27, n. 2, p. 93-115, 1995.

AIKEN, William Derval; ANZINGER, Joshua J. Chikungunya Virus Infection and Acute Elevation of Serum Prostate-Specific Antigen. **Case Reports in Urology**, [s. l.], v. 2015, p. 1–3, 2015. Disponível em: <<http://www.hindawi.com/journals/criu/2015/120535/>>

ALVES, J.A.B. et al. Epidemiological aspects of dengue in Aracaju, State of Sergipe, Brazil. **Revista Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**. v. 44, n. 6, p. 670-673, 2011.

AZEVEDO, Raimunda do Socorro da Silva; OLIVEIRA, Consuelo Silva; VASCONCELOS, Pedro Fernando da Costa. Chikungunya risk for Brazil. **Revista de Saude Publica**, [s. l.], v. 49, 2015.

BARCELLOS, C.; PUSTAI, A.K.; WEBER, M.A.; BRITO, M.R.V. Identificação de locais com potencial de transmissão de dengue em Porto Alegre através de técnicas de geoprocessamento. **Revista Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**. v.38, n.3, p. 246-250, 2005.

BEZERRA FILHO, José Gomes et al. Distribuição espacial da taxa de mortalidade infantil e principais determinantes no Ceará, Brasil, no período 2000-2002. **Cadernos de Saúde Pública**, [s. l.], v. 23, n. 5, p. 1173–1185, 2007.

BORGHERINI, Gianandrea et al. Persistent Arthralgia Associated with Chikungunya Virus: A Study of 88 Adult Patients on Reunion Island. **Clinical Infectious Diseases**, [s. l.], v. 47, n. 4, p. 469–475, 2008. Disponível em: <<https://academic.oup.com/cid/article-lookup/doi/10.1086/590003>>

BRASIL. **Sistemas de Informações Geográficas e Análise Espacial na Saúde Pública**. [s.l: s.n.]. v. 2

BRASIL, 2007. **Introdução a estatística espacial para a saúde pública**. [s.l: s.n.].

BRASIL, 2017. Manejo Clínico Chikungunya. **Ministério da Saúde**, [s. l.], v. 2ª edição, p. 77, 2017.

BRASIL GOVERNO FEDERAL. Lei 8080, de 19 de Setembro de 1990. Dispõe sobre as condições para a promoção, proteção e recuperação da saúde, a organização e o funcionamento dos serviços correspondentes e dá outras providências. **Dispõe Sobre as Condições Para a Promoção, Proteção E Recuperação Da Saúde, a Organização EO Funcionamento Dos Serviços Correspondentes E Dá Outras Providências**. Brasília-DF, Brasil, 1990. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L8080.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8080.htm)>

BRASIL. Ministério da Saúde (BR), Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância Sanitária. Diretrizes nacionais para a prevenção e controle de epidemias de dengue. Brasília, DF, 2009.

BOHRA, A.; ANDRIANASOLO, H. Application of GIS in Modeling of Dengue Risk Based on Sociocultural Data: Case of Jalore, Rajasthan, India. **Dengue Bulletin** – Vol 25, 2001

BURT, Felicity; CHEN, Weiqiang; MAHALINGAM, Suresh. Chikungunya virus and arthritic disease. **The Lancet Infectious Diseases**, [s. l.], v. 14, n. 9, p. 789–790, 2014. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1016/S1473-3099\(14\)70869-2](http://dx.doi.org/10.1016/S1473-3099(14)70869-2)>

CALIJURI, M.L.; SANTIAGO, A.F.; CAMARGO, R.A.; NETO, R.F.M. Estudo de indicadores de saúde ambiental e de saneamento em cidade do Norte do Brasil. **Eng Sanit Ambient**. v. 14, n.1, p. 19-28, 2009.

CAPRARA, A. et al. Irregular water supply, household usage and dengue: a bio-social study in the Brazilian Northeast. **Caderno de Saúde Publica**. v. 25, n. 1, p. 125-136, 2009.

CARVALHO, Marília Sá; SOUZA-SANTOS, Reinaldo. Análise de dados espaciais em saúde pública: métodos, problemas, perspectivas. **Cadernos de Saúde Pública**, [s. l.], v. 21, n. 2, p. 361–378, 2005.

CEARÁ. Secretaria de Saúde do Estado do Ceará. Coordenadoria de Vigilância à Saúde. Núcleo de Vigilância Epidemiológica. **Boletim Epidemiológico das arboviroses**. Fortaleza, CE, Ano 2016, 1ª a 52ª semana epidemiológica, jan./dez. 2016.

CEARÁ. Secretaria de Saúde do Estado do Ceará. Coordenadoria de Vigilância à Saúde. Núcleo de Vigilância Epidemiológica. **Boletim Epidemiológico das arboviroses**. Fortaleza, CE, Ano 2017, 1ª a 52ª semana epidemiológica, jan./dez. 2017.

CESARINO, M.B.; DIBO, M.R.; IANNI, A.M.Z.; VICENTINI, M.E.; FERRAZ, A.A.; NETO; F.C. A difícil interface controle de vetores-atenção básica: inserção dos agentes de controle de vetores da dengue junto às equipes de saúde das unidades básicas no município de São José do Rio Preto. Revista **Saúde Sociedade**, São Paulo, v.23, n.3, jul-set.,2014

Centro de Vigilância Epidemiológica “Prof. Alexandre Vranjac”. Dados Estatísticos. São Paulo: CVE; 2015. Available from: <http://portal.saude.sp.gov.br/cve-centro-devigilancia-epidemiologica-prof.-alexandre-vranjac/areas-de-vigilancia/doencas-de-transmissaopor-vetores-e-zoonoses/agravos/dengue/dados-estatisticos>

CORRÊA, P.R.L.; FRANÇA, E.; BOGUTCHI, T.F. Infestação pelo *Aedes aegypti* e ocorrência da dengue em Belo Horizonte, Minas Gerais. **Revista Saúde Pública**. v. 39, p. 33-40, 2005.

CHANG, Aileen Y. et al. Frequency of Chronic Joint Pain Following Chikungunya Virus Infection. **Arthritis & Rheumatology**, [s. l.], 2018. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1002/art.40384>>

CHIARAVALLLOTI NETO, F. et al. Controle da dengue em uma área urbana do Brasil: avaliação do impacto do Programa Saúde da Família com relação ao programa tradicional de controle. **Caderno Saúde Pública**. v. 22, p. 987-997, 2006.

DE BRITO, Carlos Alexandre Antunes et al. Pharmacologic management of pain in patients with Chikungunya: A guideline. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, [s. l.], v. 49, n. 6, p. 668–679, 2016.

DELLAROZA, Mara et al. Caracterização Da Dor Crônica E Métodos Analgésicos Utilizados Por Idosos Da Comunidade. **Revista Associação de Medicina do Brasil**, [s. l.], v. 54, n. 1, p. 36–41, 2008.

DELLAROZA, Mara Solange Gomes et al. Dor crônica em idosos residentes em São Paulo, Brasil: prevalência, características e associação com capacidade funcional e mobilidade (Estudo SABE). **Cadernos de Saúde Pública**, [s. l.], v. 29, n. 2, p. 325–334, 2013. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-311X2013000200019&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-311X2013000200019&lng=pt&tlng=pt)>

DONALÍSIO, M. R.; GLASSER, C. M. Vigilância entomológica e controle de vetores do dengue. **Rev. Bras. Epidemiol.**, v. 5, n. 3, 2002.

FAUCI, Anthony S.; MORENS, David M. The Perpetual Challenge of Infectious Diseases. **New England Journal of Medicine**, [s. l.], v. 366, n. 5, p. 454–461, 2012. Disponível em: <<http://www.nejm.org/doi/abs/10.1056/NEJMra1108296>>

FERNÁNDEZ, Liodelvio Martínez; NAVARRO, Yeimy Paola Torrado. Fiebre Chikungunya. **Revista Cubana de Medicina**, [s. l.], v. 54, n. 1, p. 74–96, 2015.

GOMES, K. W. L. et al. Organização do processo de trabalho no manejo da dengue em uma capital do Nordeste. **Saúde em Debate**, Rio de Janeiro, v. 39, n.105, p. 561-569, 2015

Gonçalves Neto VS, Rebêlo JMM. Aspectos epidemiológicos do dengue no município de São Luis, Maranhão, Brasil, 1997-2002. *Cad Saúde Pública*. 2004;20:1424-31.

HYUNE-JU, Kim. Kim H-J, Fay MP, Feuer EJ, Midthune DN, Isquo Permutation tests for joinpoint regression with applications to cancer rates. *Statistics in Medicine* 2000 19:335-351. **Statistics in Medicine**, [s. l.], v. 20, n. 4, p. 655, 2001. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1002/sim.811>>

IPECE. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. Disponível em <<http://www2.ipece.ce.gov.br/atlas/>> Acesso em 20 de dez 2018

ISSAC, Too Horng Khit; TAN, Eng Lee; CHU, Justin Jang Hann. Proteomic profiling

of chikungunya virus-infected human muscle cells: Reveal the role of cytoskeleton network in CHIKV replication. **Journal of Proteomics**, [s. l.], v. 108, p. 445–464, 2014.

JAVELLE, Emilie et al. Specific Management of Post-Chikungunya Rheumatic Disorders: A Retrospective Study of 159 Cases in Reunion Island from 2006-2012. **PLoS Neglected Tropical Diseases**, [s. l.], v. 9, n. 3, p. 1–18, 2015.

LATORRE, Maria do Rosário Dias de Oliveira; CARDOSO, Maria Regina Alves. Análise de séries temporais em epidemiologia: uma introdução sobre os aspectos metodológicos. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, [s. l.], v. 4, n. 3, p. 145–152, 2001. Disponível em:

<[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1415-790X2001000300002&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-790X2001000300002&lng=pt&tlng=pt)>

LIMA-CAMARA, Tamara Nunes. Emerging arboviruses and public health challenges in Brazil. **Revista de Saúde Pública**, [s. l.], v. 50, n. 0, p. 1–7, 2016. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-89102016000100602&lng=en&tlng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-89102016000100602&lng=en&tlng=en)>

MACHADO, G.P.; BARRETO, S.M.; PASSOS, V.M.; LIMA-COSTA MF. Projeto Bambuí: prevalência de sintomas articulares crônicos em idosos. *Revista Associação de Medicina Brasileira*. v. 50, n.4, p.367-372. 2004.

MARQUES, Claudia Diniz Lopes et al. Recomendações da Sociedade Brasileira de Reumatologia para diagnóstico e tratamento da febre chikungunya. Parte 2 – Tratamento. **Revista Brasileira de Reumatologia**, [s. l.], v. 57, n. S 2, p. 438–451, 2017.

MARQUES, C.A.; SIQUEIRA, M.M.; PORTUGAL, F.B. Avaliação da não completude das notificações compulsórias de dengue registradas por município de pequeno porte no Brasil. **Ciência e Saúde Coletiva**, 2018.

MINISTÉRIO DA SAÚDE/BRASIL. Portaria nº 204, de 17 de Fevereiro de 2016. . 2016, 9, p. 1689–1699.

MELO, E.C.; MATHIAS, T.A de F. Distribuição e autocorrelação espacial de

indicadores da saúde da mulher e da criança, no Estado do Paraná, Brasil. **Revista Latino-Americana de Enfermagem**. nov-dez 2010

MONDINI, A.; CHIARAVALOTI NETO F. Variáveis socioeconômicas e a transmissão de dengue. **Revista de Saúde Pública**. v. 41, n. 6, p. 923-930, 2007.

OLIVEIRA, R.M.; VALLA, V.V. Living conditions and life experiences of working-class groups in Rio de Janeiro: rethinking dengue control and popular mobilization. **Cad Saude Publica**. v. 17, p. 77-88, 2001.

OLIVEIRA, C.L.; BIER, V.A.; MAIER, C.R.; RORATO, G.M.; FROST, K.F.; BARBOSA, M. A.; SCHNORREBERGER, S. C. W.; LANDO, T. T. Incidência da dengue relacionada às condições climáticas no município de Toledo-PR. *Arq. Ciênc. Saúde Unipar, Umuarama*, v. 11, n. 3, p. 211-216, set.-dez. 2007.

OLIVEIRA, G.S de; et al. Desigualdade espacial da mortalidade neonatal no Brasil: 2006 a 2010. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 18 n. 8 p. 2431-2441, 2013.

PESSOA, J. P. de M. et al. Controle da dengue: os consensos produzidos por Agentes de Combate às Endemias e Agentes Comunitários de Saúde sobre as ações integradas. *Ciências Saúde Coletiva, Rio de Janeiro*, v. 21, n.8, p. 2329-2338, 2016.

POWERS, Ann M. **Chikungunya Clinics in Laboratory Medicine**, 2010.

POWERS, Ann M.; LOGUE, Christopher H. **Changing patterns of chikunya virus: Re-emergence of a zoonotic arbovirus** *Journal of General Virology*, 2007.

QUINNELL, Timothy G. et al. Prolonged invasive ventilation following acute ventilatory failure in COPD: Weaning results, survival, and the role of noninvasive ventilation. **Chest**, [s. l.], v. 129, n. 1, p. 133–139, 2006.

REITER, Paul; FONTENILLE, Didier; PAUPY, Christophe. **Aedes albopictus as an epidemic vector of chikungunya virus: another emerging problem?** *Lancet Infectious Diseases*, 2006.

RESENDES, A.P.C.; SILVEIRA, N.A.P.R.; SABROZA, P.C.; SOUZA-SANTOS, R. Determinação de áreas prioritárias para ações de controle da dengue. **Revista Saúde Pública**. v. 44, n. 2, p. 274-282, 2010.

RIGAU-PÉREZ, J. G. Surveillance for an emerging disease: dengue hemorrhagic fever in Puerto Rico, 1988-1997. Puerto Rico Association of Epidemiologists. **Puerto Rico health sciences journal**, [s. l.], v. 18, n. 4, p. 337–345, 1999.

ROBIN, Stéphanie et al. Severe bullous skin lesions associated with Chikungunya virus infection in small infants. **European Journal of Pediatrics**, [s. l.], v. 169, n. 1, p. 67–72, 2010.

ROUGERON, Virginie et al. Chikungunya, a paradigm of neglected tropical disease that emerged to be a new health global risk. **Journal of Clinical Virology**, [s. l.], v. 64, p. 144–152, 2015.

SCANDAR, S.A.S. et al. Dengue em São José do Rio Preto, Estado de São Paulo, Brasil, 2005: fatores entomológicos, ambientais e socioeconômicos. *Boletim Epidemiológico Paulista*. v. 7, n. 81, p. 4-16, 2010.

SCHAFFNER, Francis; VAN BORTEL, Wim; COOSEMANS, Marc. First record of *Aedes (Stegomyia) albopictus* in Belgium. **Journal of the American Mosquito Control Association**, [s. l.], v. 20, n. 2, p. 201–203, 2004.

SCHILTE, Clémentine et al. Chikungunya Virus-associated Long-term Arthralgia: A 36-month Prospective Longitudinal Study. **PLoS Neglected Tropical Diseases**, [s. l.], v. 7, n. 3, 2013.

SILVA, Luiz Jacintho Da. O conceito de espaço na epidemiologia das doenças infecciosas. **Cadernos de Saúde Pública**, [s. l.], v. 13, n. 4, p. 585–593, 1997.

SILVA, L. B.; SOARES, S. M.; FERNANDES, T. de O.; AQUINO, A. L. Comunicação sazonal sobre a dengue em grupos socioeducativos na atenção primária à saúde. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 45, n.06, p.01-08, 2011

SIMON, F. et al. French guidelines for the management of chikungunya (acute and persistent presentations). November 2014. **Medecine et Maladies Infectieuses**, [s. l.], v. 45, n. 7, p. 243–263, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.medmal.2015.05.007>>

SIMON, Fabrice et al. Chikungunya infection: An emerging rheumatism among

travelers returned from Indian Ocean islands. Report of 47 cases. **Medicine**, [s. l.], v. 86, n. 3, p. 123–137, 2007.

SISSOKO, Daouda et al. Post-epidemic Chikungunya disease on reunion island: Course of rheumatic manifestations and associated factors over a 15-month period. **PLoS Neglected Tropical Diseases**, [s. l.], v. 3, n. 3, 2009.

SOUSA, N.M.N.; DANTAS, R.T.; LIMEIRA, R.C. Influência de variáveis meteorológicas sobre a incidência do dengue, meningite e pneumônia em João Pessoa-PB. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 22, n. 2, p. 183-192, 2007

TAUIL, P.L. Aspectos críticos do controle do dengue no Brasil. **Caderno Saúde Pública**. v. 18, n.3, p. 867-871, 2002.

THAMMAPALO, S.; CHONGSUVIVATWONG, V.; GEATER, A.; DUERAVEE, M. Environmental factors and incidence of dengue fever and dengue haemorrhagic fever in an urban area, Southern Thailand. **Epidemiol Infect.** v. 136, p. 135–143, 2008.

TEIXEIRA, M.G.L, et al. Avaliação de impacto de ações de combate ao *Aedes aegypti* na cidade de Salvador, Bahia. *Revista Brasileira Epidemiologia*. v. 5, p. 108-115, 2002.

TEIXEIRA, T.R.A.; MEDRONHO, R.A. Indicadores sócio-demográficos e a epidemia de dengue em 2002 no Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Caderno Saúde Pública*. v. 24, n. 9, p. 2160-2170, 2008

TSETSARKIN, K. A. et al. Chikungunya virus emergence is constrained in Asia by lineage-specific adaptive landscapes. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, [s. l.], v. 108, n. 19, p. 7872–7877, 2011. Disponível em: <<http://www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1018344108>>

TSETSARKIN, Konstantin A. et al. A single mutation in Chikungunya virus affects vector specificity and epidemic potential. **PLoS Pathogens**, [s. l.], v. 3, n. 12, p. 1895–1906, 2007.

THIBERVILLE, S.D.; BOISSON, V.; GAUDART, J.; SIMON, F.; FLAHAULT A, D.E.; LAMBALLERIE, X. Chikungunya fever: a clinical and virological investigation of

outpatients on reunion Island, SouthWest Indian Ocean. **PLoS Negl Trop Dis.** v.7, n.1. 2004.

THIBOUTOT, M.M.; KANNAN, S.; KAWALEKAR, O.U. Chikungunya: A potentially emerging epidemic? Transmission cycle of CHIKV in Africa. Non-human primates, and possibly other wild animals, serve as reservoirs of the virus. Infected arboreal Aedes mosquitoes bite and infect humans. Infected humans, in turn, infect peridomestic Aedes aegypti, perpetuating the urban cycle of CHIKV transmission. **PLOS Neglected Tropical Diseases.**v 4, n.4, p.623. 2010.

VANLERBERGHE, V. et al. Changing paradigms in Aedes control: considering the spatial heterogeneity of dengue transmission. **Rev Panam Salud Publica.** v.41, n.16. 2017.

VEGA-RÚA, A. et al. High level of vector competence of Aedes aegypti and Aedes albopictus from ten American countries as a crucial factor in the spread of chikungunya virus. **Cadernos de Saúde Pública,** v. 31, n. 5, p. 906-908, 2015.

VIANA, D.V.; IGNOTTI, E. A ocorrência da dengue e variações meteorológicas no Brasil: revisão sistemática. **Revista Brasileira Epidemiologia.** v. 16, n. 2, p. 240-56. 2013

VOSS, James E. et al. Glycoprotein organization of Chikungunya virus particles revealed by X-ray crystallography. **Nature,** [s. l.], v. 468, n. 7324, p. 709–712, 2010. Disponível em: <<http://www.nature.com/doi/10.1038/nature09555>>

YASEEN, Hafiz Muhammad et al. Estimation of Lasting Impact of a Chikungunya Outbreak in Reunion Island. **Epidemiology,** [s. l.], v. S2, n. 3, p. 1–6, 2012. Disponível em: <accessed on Dec.2015>

## ANEXOS

## Anexo 1. Ficha de Investigaçãode Dengue e Febre de Chikungunya, Sinan, Ministério da Saúde (frente).

**SINAN**

República Federativa do Brasil  
Ministério da Saúde

**SISTEMA DE INFORMAÇÃO DE AGRAVOS DE NOTIFICAÇÃO**

**FICHA DE INVESTIGAÇÃO DENGUE E FEBRE DE CHIKUNGUNYA N°**

**Caso suspeito de dengue:** pessoa que viva ou tenha viajado nos últimos 14 dias para área onde esteja ocorrendo transmissão de dengue ou tenha presença de *Ae.aegypti* que apresente febre, usualmente entre 2 e 7 dias, e apresente duas ou mais das seguintes manifestações: náuseas, vômitos, exantema, mialgias, cefaléia, dor retroorbital, petéquias ou prova do laço positiva e leucopenia.

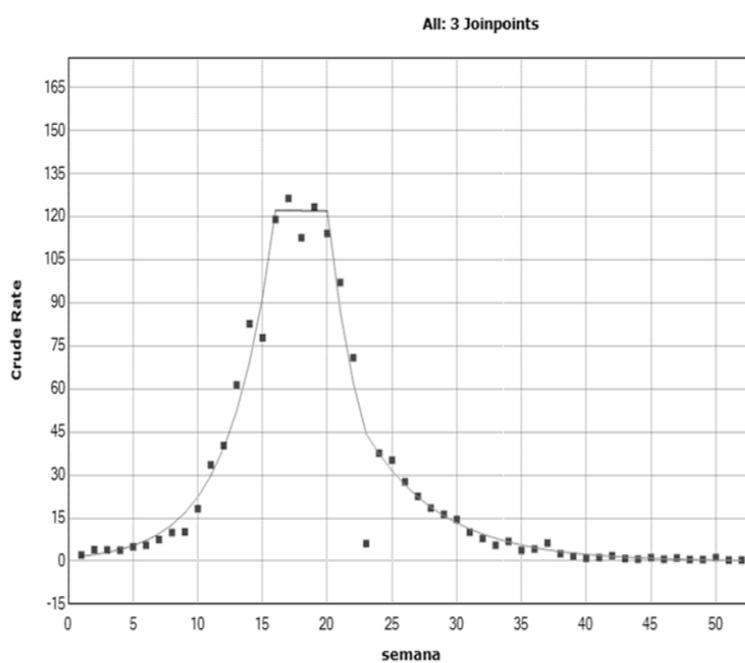
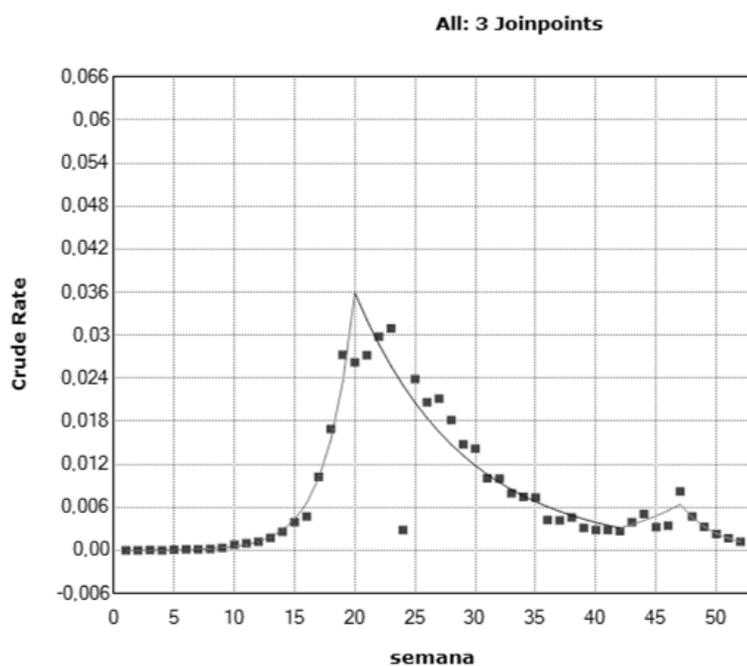
**Caso suspeito de Chikungunya:** febre de início súbito e artralgia ou artrite intensa com início agudo, não explicado por outras condições, que resida ou tenha viajado para áreas endêmicas ou epidêmicas até 14 dias antes do início dos sintomas, ou que tenha vínculo epidemiológico com um caso importado confirmado.

Dados Gerais	1 Tipo de Notificação 2 - Individual	2 Agravado/ença 1- DENGUE 2- CHIKUNGUNYA <input type="checkbox"/>	Código (CID10) A 90 A 92	3 Data da Notificação		
	4 UF	5 Município de Notificação	Código (IBGE)			
	6 Unidade de Saúde (ou outra fonte notificadora)	Código	7 Data dos Primeiros Sintomas			
	8 Nome do Paciente				9 Data de Nascimento	
Notificação Individual	10 (ou) Idade 1 - Hora 2 - Dia 3 - Mês 4 - Ano	11 Sexo M - Masculino <input type="checkbox"/> F - Feminino <input type="checkbox"/> 1 - Ignorado	12 Gestante 1-1º Trimestre 2-2º Trimestre 3-3º Trimestre 4- Não gestacional Ignorado 5- Não 6- Não se aplica 9- Ignorado	13 Raça/Cor 1- Branco 2- Preta 3- Amarela 4- Parda 5- Indígena 9- Ignorado		
	14 Escolaridade 2- Analfabeto 1-1ª e 4ª série incompleta do EF (antigo primário ou 1º grau) 2-4ª série completa do EF (antigo primário ou 1º grau) 3-5ª a 8ª série incompleta do EF (antigo ginásio ou 1º grau) 4- Ensino fundamental completo (antigo ginásio ou 1º grau) 5- Ensino médio incompleto (antigo colegial ou 2º grau) 6- Ensino médio completo (antigo colegial ou 2º grau) 7- Educação superior incompleta 8- Educação superior completa 9- Ignorado 10- Não se aplica					
	15 Número do Cartão SUS	16 Nome da mãe				
	17 UF	18 Município de Residência	Código (IBGE)	19 Distrito		
Dados de Residência	20 Bairro	21 Logradouro (rua, avenida,...)		Código		
	22 Número	23 Complemento (apto., casa, ...)		24 Geo campo 1		
	25 Geo campo 2		26 Ponto de Referência		27 CEP	
	28 (DDD) Telefone		29 Zona 1 - Urbana 2 - Rural <input type="checkbox"/> 3 - Perturbana 9 - Ignorado	30 País (se residente fora do Brasil)		
	<b>Dados clínicos e laboratoriais</b>					
	Im.	31 Data da Investigação		32 Ocupação		
33 Sinais clínicos e achados laboratoriais inespecíficos 1-Sim 2- Não <input type="checkbox"/> Febre <input type="checkbox"/> Cefaleia <input type="checkbox"/> Vômito <input type="checkbox"/> Dor nas costas <input type="checkbox"/> Artrite <input type="checkbox"/> Petéquias <input type="checkbox"/> Prova do laço positiva <input type="checkbox"/> Mialgia <input type="checkbox"/> Exantema <input type="checkbox"/> Náuseas <input type="checkbox"/> Conjuntivite <input type="checkbox"/> Artralgia intensa <input type="checkbox"/> Leucopenia <input type="checkbox"/> Dor retroorbital						
Dados clínicos	34 Doenças pré-existentes 1-Sim 2- Não 9-Ignorado <input type="checkbox"/> Diabetes <input type="checkbox"/> Hepatopatias <input type="checkbox"/> Hipertensão arterial <input type="checkbox"/> Doenças auto-imunes <input type="checkbox"/> Doenças hematológicas <input type="checkbox"/> Doença renal crônica <input type="checkbox"/> Doença ácido-péptica					
	Dados laboratoriais	35 Sorologia (IgM) Chikungunya Data da Coleta da 1ª Amostra (S1)		36 Data da Coleta da 2ª Amostra (S2)		37 Exame PRNT Data da Coleta
38 Resultado S1 <input type="checkbox"/> S2 <input type="checkbox"/> PRNT <input type="checkbox"/> 1 - Reagente 2 - Não Reagente 3 - Inconclusivo 4 - Não Realizado		39 Sorologia (IgM) Dengue Data da Coleta		40 Resultado 1- Positivo 2- Negativo 3- Inconclusivo 4 - Não realizado		
41 Exame NS1 Data da Coleta		42 Resultado 1- Positivo 2- Negativo 3- Inconclusivo 4 - Não realizado		43 Isolamento Data da Coleta		
44 Resultado 1 - Positivo 2 - Negativo 3 - Inconclusivo 4 - Não Realizado		45 RT-PCR Data da Coleta		46 Resultado 1 - Positivo 2 - Negativo 3 - Inconclusivo 4 - Não Realizado		
47 Sorotipo 1- DENV 1 2- DENV 2 3- DENV 3 4- DENV 4		48 Histopatologia 1- Compatível 2- Incompatível 3- Inconclusivo 4 - Não realizado		49 Imunohistoquímica 1- Positivo 2- Negativo 3- Inconclusivo 4 - Não realizado		

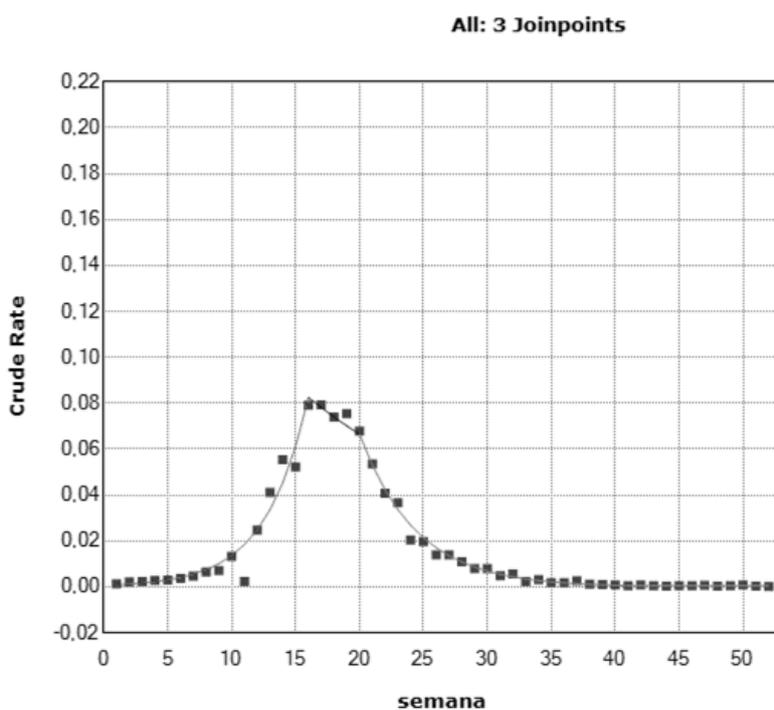
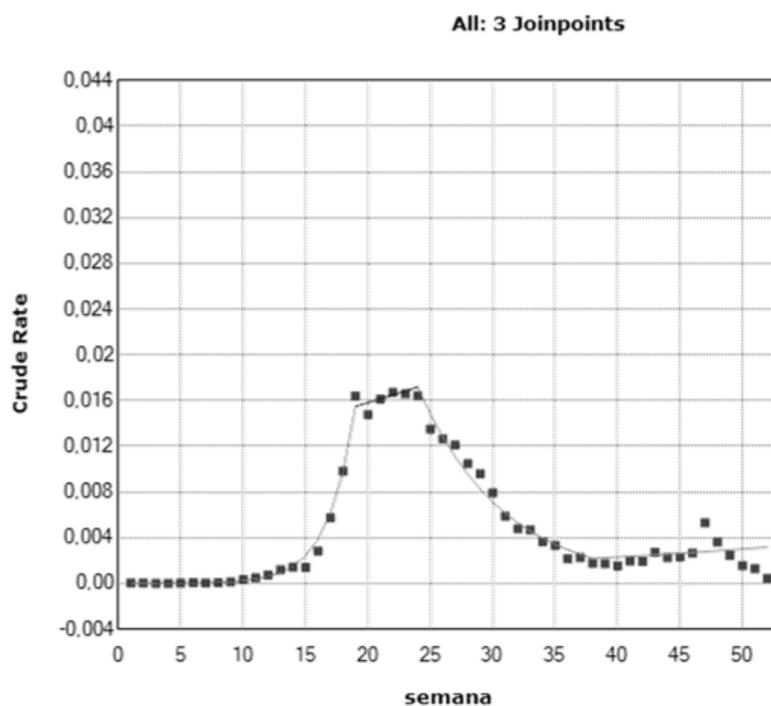
Chikungunya/Dengue Sinan Online SVS 01/09/2014

**Anexo 2.**Ficha de Investigaçãode Dengue e Febre de Chikungunya, Sinan, Ministério da Saúde (verso).

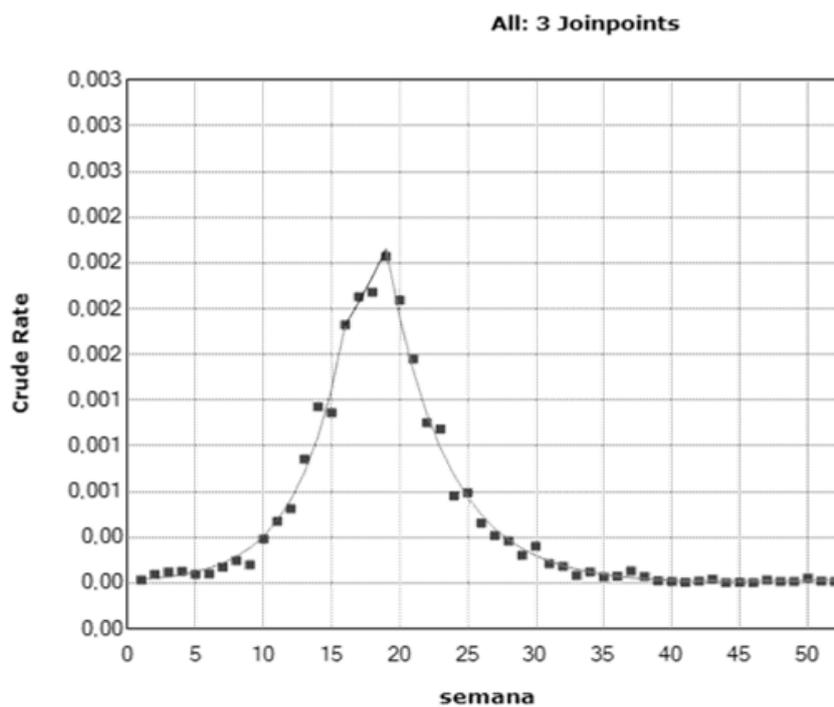
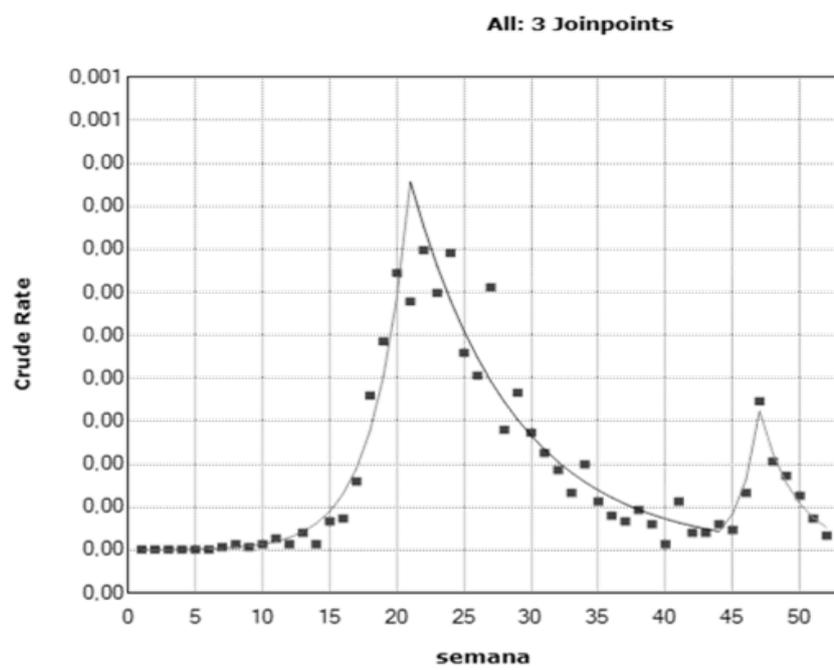
Hospitalização	60 Ocorreu Hospitalização? 1 - Sim 2 - Não 3 - Ignorado <input type="checkbox"/>		61 Data da Internação		62 UF	63 Município do Hospital		Código (IBGE)	
	64 Nome do Hospital				Código		66 (DDD) Telefone		
Conclusão	Local Provável de Infecção (no período de 15 dias)								
	65 O caso é autóctone do município de residência? 1-Sim 2-Não 3-indeterminado <input type="checkbox"/>				67 UF		68 País		
	69 Município			Código (IBGE)		80 Distrito		81 Bairro	
	62 Classificação 5- Descartado 10- Dengue 11- Dengue com Sinais de Alarme 12- Dengue Grave 13- Chikungunya <input type="checkbox"/>				63 Critério de Confirmação/Descarte 1 - Laboratório 2 - Clínico-Epidemiológico 3-Em Investigação <input type="checkbox"/>			64 Apresentação clínica <input type="checkbox"/> 1- Aguda <input type="checkbox"/> 2- Crônica	
	65 Evolução do Caso <input type="checkbox"/> 1-Cura 2- Óbito pelo agravio 3- Óbito por outras causas 4-Óbito em investigação 5-ignorado				68 Data do Óbito		67 Data do Encerramento		
<b>Preencher os sinais clínicos para Dengue com Sinais de Alarme e Dengue Grave</b>									
Dados Clínicos - Dengue com Sinais de Alarme e Dengue Grave	68 Dengue com sinais de alarme 1-Sim 2- Não <input type="checkbox"/>		Vômitos persistentes <input type="checkbox"/>		Aumento progressivo do hematócrito <input type="checkbox"/>		69 Data de início dos sinais de alarme:		
	<input type="checkbox"/> Hipotensão postural e/ou hipotímia		<input type="checkbox"/> Dor abdominal intensa e contínua		<input type="checkbox"/> Hepatomegalia >= 2cm				
	<input type="checkbox"/> Queda abrupta de plaquetas		<input type="checkbox"/> Letargia ou irritabilidade		<input type="checkbox"/> Acúmulo de líquidos				
	<input type="checkbox"/> Sangramento de mucosa/outras hemorragias								
	70 Dengue grave 1-Sim 2- Não								
Extravasamento grave de plasma:				Sangramento grave:					
<input type="checkbox"/> Pulso débil ou indetectável		<input type="checkbox"/> Taquicardia		<input type="checkbox"/> Hematêmese		<input type="checkbox"/> Metrorragia volumosa			
<input type="checkbox"/> PA convergente <- 20 mmHg		<input type="checkbox"/> Extremidades frias		<input type="checkbox"/> Melena		<input type="checkbox"/> Sangramento do SNC			
<input type="checkbox"/> Tempo de enchimento capilar		<input type="checkbox"/> Hipotensão arterial em fase tardia		Comprometimento grave de órgãos:					
<input type="checkbox"/> Acúmulo de líquidos com insuficiência respiratória				<input type="checkbox"/> AST/ALT > 1.000		<input type="checkbox"/> Miocardite		<input type="checkbox"/> Alteração da consciência	
<input type="checkbox"/> Outros órgãos, especificar:									
71 Data de início dos sinais de gravidade:									
<b>Informações complementares e observações</b>									
Observações Adicionais									
Investigador	Município/Unidade de Saúde					Cód. da Unid. de Saúde			
	Nome			Função		Assinatura			
Chikungunya/Dengue			Sinan Online			SVS 14/03/2016			

**Anexo 3.** Gráficos da Análise de *regressão Joinpoint* por sexo e por faixa etária**Figura 21** Análise de regressão Joinpoint dos casos femininos confirmados de Chikungunya no Ceará no ano de 2016 e 2017.

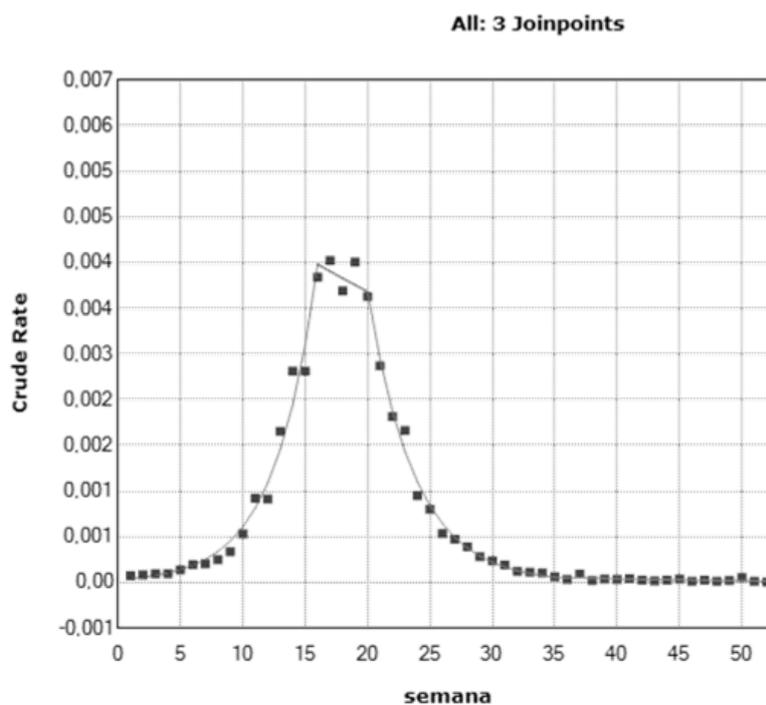
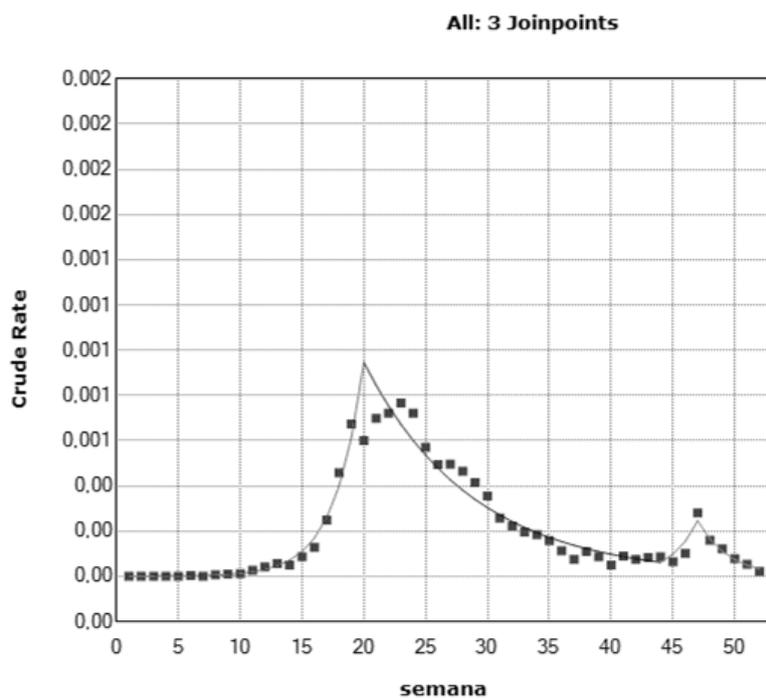
**Figura 22** Análise de regressão Joinpoint dos casos masculinos confirmados de Chikungunya no Ceará no ano de 2016 e 2017.



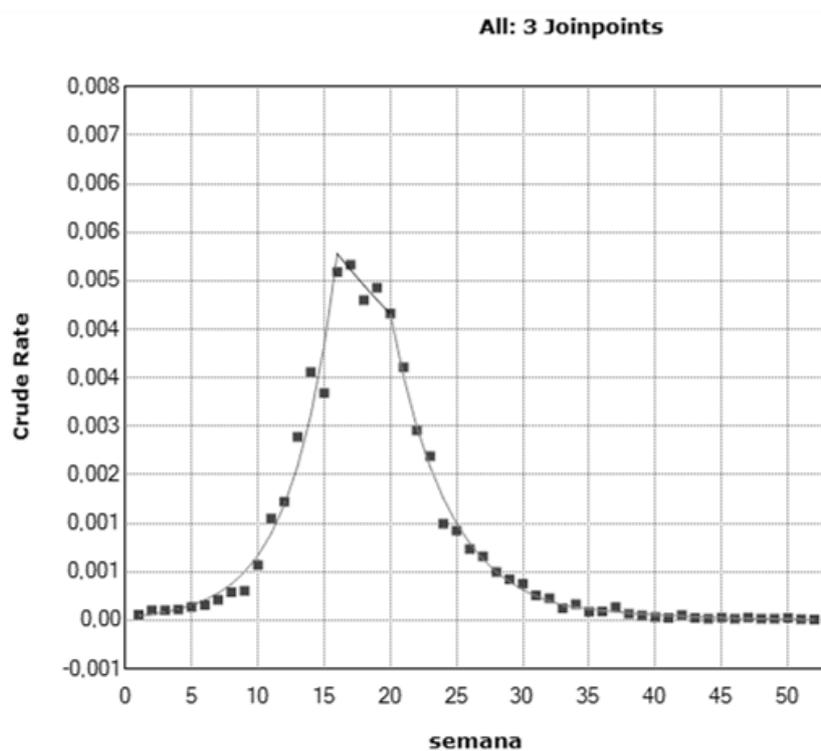
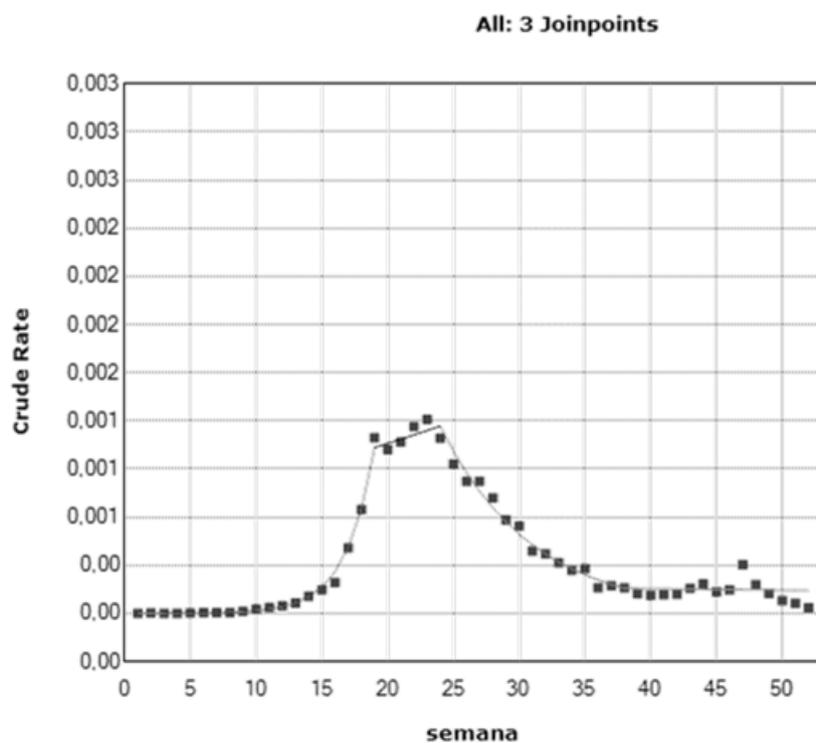
**Figura 23** Análise de regressão Joinpoint dos casos confirmados de Chikungunya no Ceará no ano de 2016 e 2017 – Por Faixa Etária (0 – 9a)



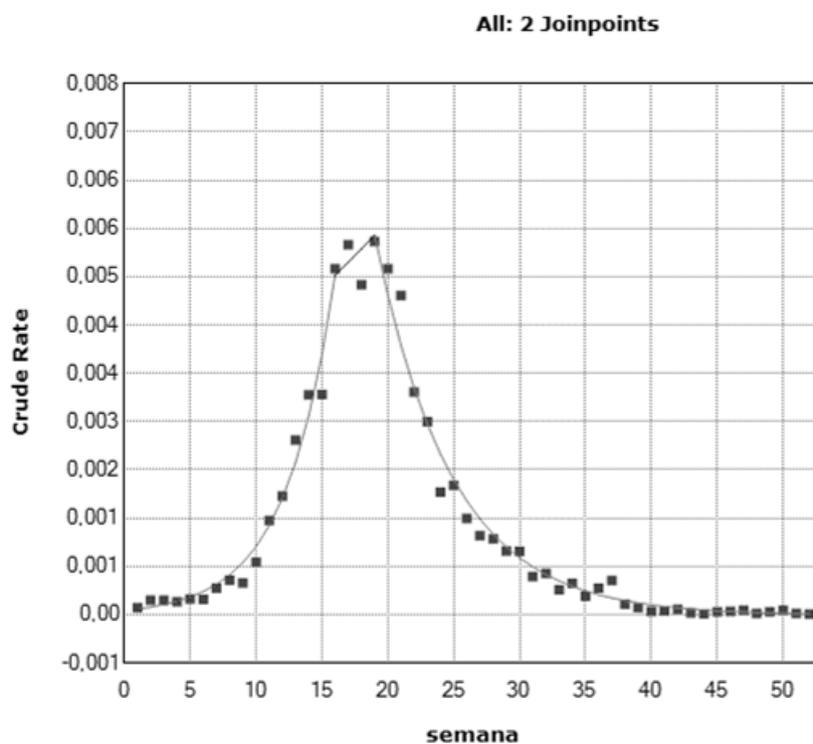
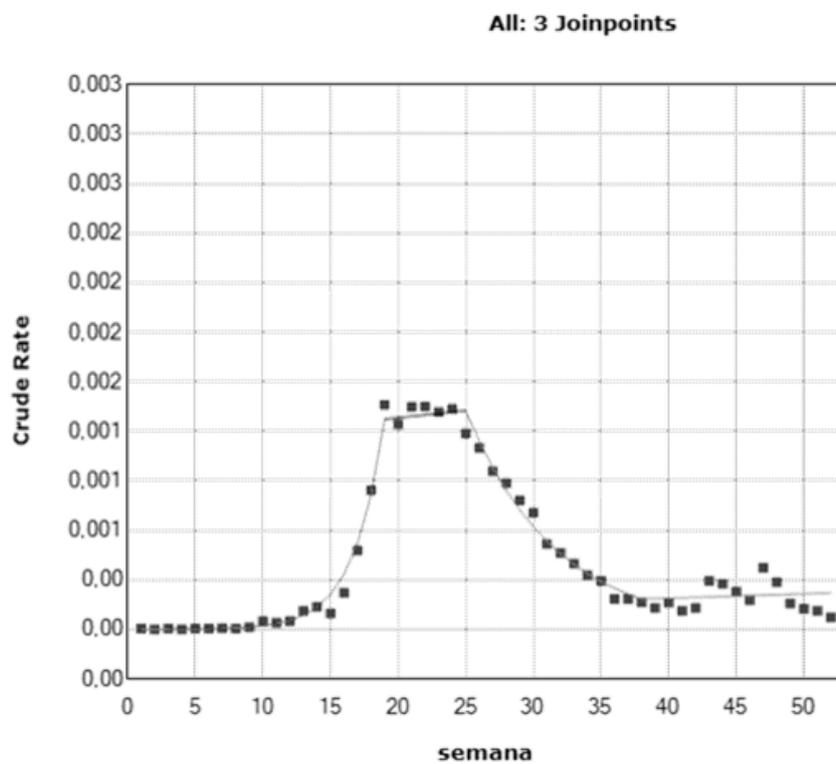
**Figura 24** Análise de regressão Joinpoint dos csos confirmados de Chikungunya no Ceará no ano de 2016 e 2017 – Por Faixa Etária (10 – 19a)



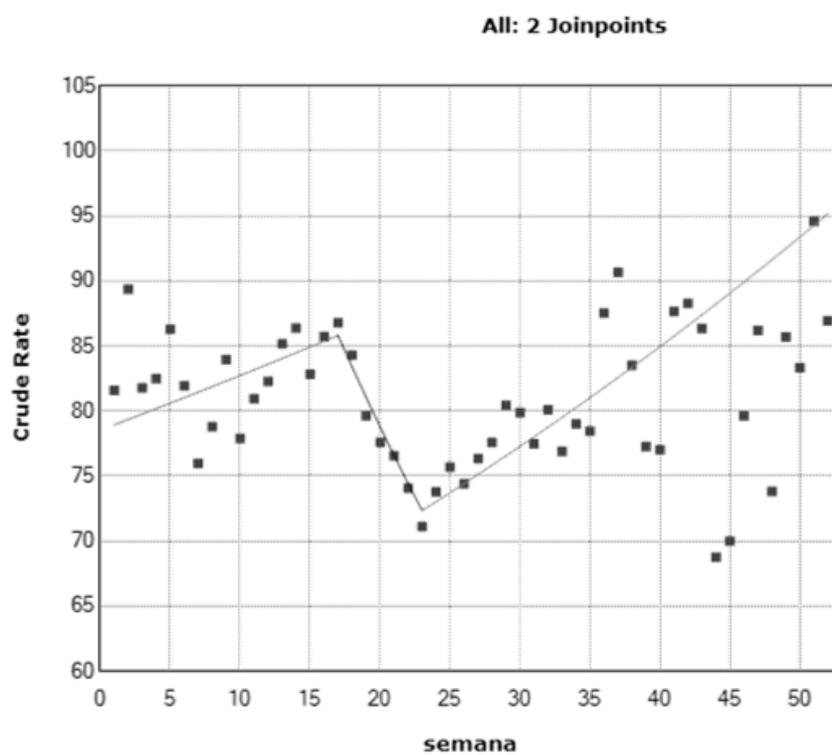
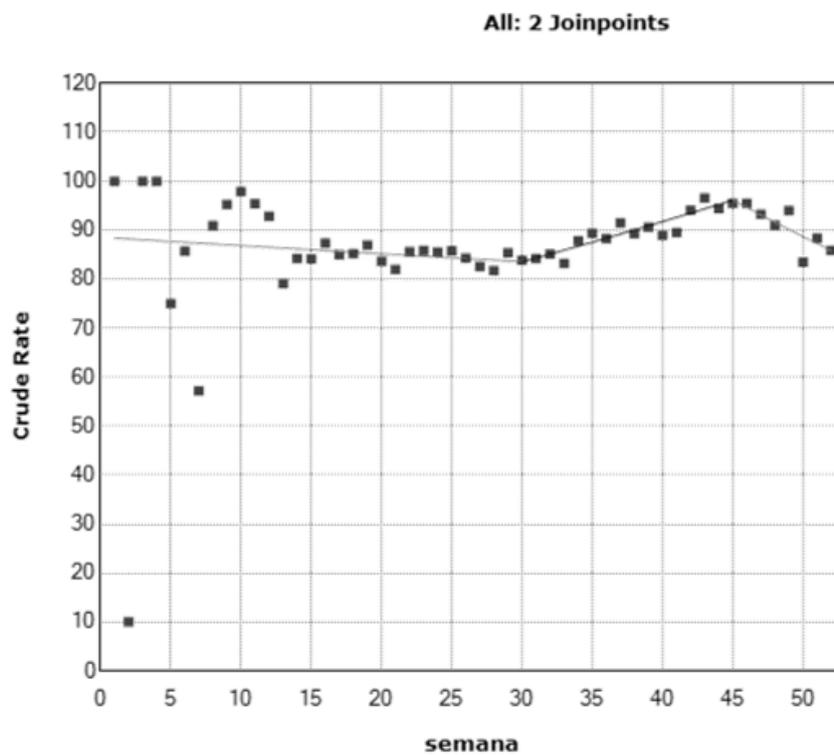
**Figura 25** Análise de regressão Joinpoint dos casos confirmados de Chikungunya no Ceará no ano de 2016 e 2017 – Por Faixa Etária (20 a 59)



**Figura 26** Análise de regressão Joinpoint dos casos confirmados de Chikungunya no Ceará no ano de 2016 e 2017 – Por Faixa Etária ( $\geq 60a$ )



**Figura 27** Análise de regressão Joinpoint dos casos confirmados de Chikungunya no Ceará no ano de 2016 e 2017 – Zona Urbana



**Figura 28** Análise de regressão Joinpoint dos casos confirmados de Chikungunya no Ceará no ano de 2016 e 2017 – Zona Rural

