

Ministério da Saúde

FIOCRUZ

Fundação Oswaldo Cruz



ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE PÚBLICA
SERGIO AROUCA
ENSP

Ana Paula Razal Dalvi

**Tríplice epidemia de Zika, dengue e Chikungunya em municípios brasileiros: difusão
espacial e fatores de risco individual**

Rio de Janeiro

2020

Ana Paula Razal Dalvi

Tríplice epidemia de Zika, dengue e Chikungunya em municípios brasileiros: difusão espacial e fatores de risco individual

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Epidemiologia em Saúde Pública, da Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, na Fundação Oswaldo Cruz, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em 2020.

Orientador: José Ueleres Braga.

Coorientador: Guilherme Loureiro Werneck.

Rio de Janeiro

2020

Título do trabalho em inglês: Triple epidemic of Zika, Dengue and Chikungunya in Brazilian municipalities: Spatial Diffusion and Individual Risk Factors.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Catálogo na fonte
Fundação Oswaldo Cruz
Instituto de Comunicação e Informação Científica e Tecnológica em Saúde
Biblioteca de Saúde Pública

D152t Dalvi, Ana Paula Razal.
Tríplice epidemia de zika, dengue e chikungunya em municípios brasileiros: difusão espacial e fatores de risco individual. / Ana Paula Razal Dalvi. -- 2020.
135 f. : il. color ; graf. ; mapas ; tab.

Orientador: José Uelers Braga.
Coorientador: Guilherme Loureiro Werneck.
Tese (doutorado) – Fundação Oswaldo Cruz, Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Rio de Janeiro, 2020.

1. Infecção por Zika virus. 2. Febre de Chikungunya. 3. Dengue.
4. Infecções por Arbovirus. 5. Análise Espacial. 6. Fatores de Risco.
I. Título.

CDD – 23.ed. – 614.571

Ana Paula Razal Dalvi

Tríplice epidemia de Zika, dengue e Chikungunya em municípios brasileiros: difusão espacial e fatores de risco individual

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Epidemiologia em Saúde Pública, da Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, na Fundação Oswaldo Cruz, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em 2020.

Aprovada em: 31 de agosto de 2020.

Banca Examinadora

Prof.^a Dra. Gerusa Belo Gibson dos Santos
Instituto de Estudos em Saúde Coletiva – Universidade Federal do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Luiz Antônio Bastos Camacho
Escola Nacional de Saúde Pública - Fundação Oswaldo Cruz

Prof. Dr. Claudio José Struchiner
Escola Nacional de Saúde Pública - Fundação Oswaldo Cruz

Prof. Dr. Alberto Novaes Ramos Jr.
Faculdade de Medicina - Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. Guilherme Loureiro Werneck (Coorientador)
Instituto de Medicina Social – Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Prof. Dr. José Ueleres Braga (Orientador)
Escola Nacional de Saúde Pública - Fundação Oswaldo Cruz

Rio de Janeiro

2020

Para minha mãe.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer aos meus orientadores, José Ueleres Braga e Guilherme Werneck, por todo o ensinamento, apoio e oportunidades dadas. Muito feliz em ter tido vocês como orientadores. Sem vocês nem sei o que seria desse doutorado.

Aos coordenadores e participantes do projeto ERICA e à Secretaria Municipal de Saúde de Fortaleza e do Rio de Janeiro.

Ao meu pai, meu irmão e mãe obrigada pelo apoio sempre.

À minha avó Catarina, sempre me mandando estudar.

À minha amiga Thaíza Gomes, obrigada por me escutar e aconselhar na vida acadêmica.

Às amadas Crib Tanaka, Carolina Maduro, Paula Sá e Adriana Machado que propiciam inúmeros momentos maravilhosos e sempre me deram força nos momentos que precisei.

À Mari Tauile, sem seus conselhos não teria embarcado para o doutorado sanduíche.

Ao Bosque de Arthêmis, em especial minha querida Helena de Arádia, obrigada por pertencer a esse círculo maravilhoso, ser minha fonte de força e tirar minhas vendas.

À Escola Nacional de Saúde Pública (ENSP/FIOCRUZ) pelo auxílio financeiro nesses anos.

RESUMO

Diversos fatores são atribuídos à propagação de patógenos como fatores climáticos, sociodemográficos e de mobilidade humana. Diferentes países, principalmente o Brasil, que desde então enfrentavam epidemias recorrentes de dengue e, a partir de 2014, chikungunya, precisaram reorganizar os serviços de saúde para o enfrentamento de uma tríplice epidemia de arboviroses causadas por um mesmo vetor. Fatores sociodemográficos e características do domicílio e seu entorno merecem atenção dentre os fatores associados às três arboviroses. Pouco se sabe sobre essas relações entre adolescentes que apresentam relações com o ambiente social diversas das populações economicamente ativa, implicando em locais, tipos e graus de exposições ao vetor potencialmente distintos. Diversos esforços têm sido empregados para o maior conhecimento das doenças citadas na área da pesquisa epidemiológica, tendo a análise espacial um papel importante no conhecimento da dinâmica de doenças. O primeiro estudo deste projeto busca identificar o padrão de difusão espacial da epidemia de Zika, dengue e chikungunya em 2015-2016 no município do Rio de Janeiro, Brasil. Dois desenhos de estudo foram utilizados: a) Estudo transversal, e b) Estudo Ecológico. Mapas sequenciais de Kernel, variação da razão do vizinho mais próximo calculada cumulativamente em relação ao tempo, correlogramas de autocorrelação global utilizando o I de Moran e frequência das mudanças da autocorrelação local (LISA) no tempo foram utilizados para a identificação do padrão de difusão espacial. Seus resultados sugerem o padrão de difusão por expansão para as três arboviroses durante os anos de 2015-2016 no município do Rio de Janeiro. O segundo estudo de desenho caso-controle teve como objetivo identificar fatores sociodemográficos associados com o adoecimento pelo vírus Zika, dengue vírus e pelo vírus chikungunya em adolescentes participantes do Estudo de Riscos Cardiovasculares em Adolescentes – ERICA – nos municípios do Rio de Janeiro/RJ e Fortaleza/CE em 2015-2019. Uma análise de regressão logística multinível foi aplicada para o município de Fortaleza e uma regressão logística para o município do Rio de Janeiro para estimar razões de chances (RC) como medida de associação, com respectivos intervalos de 95% de confiança (IC95%). Em comparação com adolescentes vivendo em melhores condições socioeconômicas, a chance de adoecer por alguma das 3 arboviroses estudadas foi maior entre aqueles vivendo em condições socioeconômicas precárias (Baixo (RC=6,62; IC 95%: 1,12-38,46)) e foi menor nos residiam em domicílios com ausência de esgoto a céu aberto no entorno do domicílio (RC=0,38; IC 95%: (0,15-0,98)) em Fortaleza. O índice de Infestação Predial também influencia positivamente na chance de ocorrência de arboviroses em Fortaleza (RC=1,91; IC95%: 1,20-3,05). A chance de adoecer

por Zika, dengue e chikungunya também foi maior entre os que vivem em domicílios com ausência de rede de abastecimento de água no Rio de Janeiro (RC=2,93; IC 95%: 1,08-8,16). Esses achados indicam que condições socioeconômicas mais precárias, a presença de esgoto a céu aberto e um índice de infestação predial de *A. aegypti* alto podem contribuir para uma maior chance de infecção de Zika, dengue ou chikungunya em adolescentes. A identificação de áreas com base nessas variáveis pode contribuir para a implementação de medidas de controle em grupos populacionais e locais prioritários.

Palavras-chave: Zika, Chikungunya, Dengue, Arboviroses, Análise Espacial, Fator de Risco.

ABSTRACT

Several factors are attributed to the spread of pathogens such as climatic, demographic, and human mobility factors. Among the emerging diseases, Zika has its importance mainly due to its association with cases of microcephaly and Guillain-Barré syndrome. Different countries, in special Brazil, needed to reorganize their health services to face a triple epidemic of Zika, dengue, and chikungunya caused by the same vector, mainly *Aedes aegypti*, in 2015. Socio-demographic factors and characteristics of the household and its surroundings deserve attention among the factors associated with the three arboviruses. Little are known about these relationships between adolescents who have a different social environment from the economically active populations. Several efforts have been made to better understand the three diseases mentioned in the field of epidemiological research. The spatial analysis has an important role in understanding the dynamics of diseases. However, only studies related to dengue and its vectors were found, and there are still gaps in the spread of Zika, dengue, and chikungunya in the context of a triple epidemic. The first study of this project aims to identify the spatial diffusion pattern of the Zika, dengue, and chikungunya epidemics in 2015-2016 in the municipality of Rio de Janeiro, Brazil. Two study designs were used: a) Cross-sectional and b) Ecological study. Sequential kernel maps, nearest-neighbour ratios calculated cumulatively over time, Moran's I global autocorrelation, and changes in local autocorrelation (LISA) over time were used to identify the spatial diffusion pattern. The results suggest the diffusion pattern by expansion for the three arboviruses in the municipality of Rio de Janeiro in 2015-2016. The second study is a case-control study design that aimed to identify sociodemographic factors associated with Zika virus, dengue virus and the chikungunya virus infection in adolescents of the Cardiovascular Risks in Adolescents Study – ERICA (from the Portuguese acronym) - in the cities of Rio de Janeiro and Fortaleza in Brazil in 2015-2019. A multilevel logistic regression analysis was applied for the municipality of Fortaleza and logistic regression for the municipality of Rio de Janeiro to estimate odds ratios (OR), with respective 95% confidence intervals (95% CI). In comparison with adolescents living in better socioeconomic conditions, the odds of falling ill due to any of the 3 arboviruses studied was greater among those living in precarious socioeconomic conditions (Low (RC = 6.62; 95% CI: 1.61-38.46)) and the odds was lower in those residing in households without open sewage around the home comparing to locals with open sewage (RC = 0.38; 95% CI: (0.15-0.98)) in Fortaleza. The Building Infestation Index is also positively related to the odds of arboviruses

in Fortaleza (RC = 1.91; 95% CI: 1.20-3.05). The odds of disease also greater among those living in households with no water supply in Rio de Janeiro (RC = 2.93; 95% CI: 1.08-8.16). These findings indicate that lower socioeconomic conditions, the presence of open sewage, and a high *A.aegypti* building infestation index may contribute to a greater chance of Zika, dengue, or chikungunya infection in adolescents. The identification of areas based on these variables can contribute to the implementation of control measures in priority population and local groups.

Keywords: Zika, Chikungunya, Dengue, Arboviruses, Spatial Analysis, Risk Factor.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1	ZIKA, CHIKUNGUNYA E DENGUE.....	13
2.2	CIRCULAÇÃO SIMULTÂNEA DAS TRÊS ARBOVIROSES NO BRASIL	15
2.3	FATORES ASSOCIADOS À OCORRÊNCIA DE ARBOVIROSES NO BRASIL.....	16
2.4	DIFUSÃO ESPACIAL	18
2.4.1	Técnicas de Análise da Difusão Espacial	20
2.4.1.1	Mapas Sequenciais de Kernel	20
2.4.1.2	Análise da Razão do Vizinho mais Próximo em Função do Tempo	20
2.4.1.3	Análise de Autocorrelação global.....	21
2.4.1.4	Análise de Autocorrelação Local.....	21
2.4.2	Estudos da difusão espacial da Zika, dengue e chikungunya	23
3	JUSTIFICATIVA	24
4	OBJETIVOS	25
5	MÉTODOS	26
5.1	ESTUDO 1	26
5.1.1	Desenho de Estudo	26
5.1.2	Local e Período de Estudo	26
5.1.3	Fonte de Dados	26
5.1.4	Georreferenciamento dos Casos	26
5.1.5	Análise dos Dados Espaciais	27
5.1.5.1	Análise dos Dados Pontuais.....	27
5.1.5.1.1	<i>Análise Visual pela Inspeção de Mapas Sequenciais de Kernel</i>	27
5.1.5.1.2	<i>Análise da Razão do Vizinho mais Próximo</i>	27
5.1.5.2	Análise de Dados de Área.....	27
5.1.5.2.1	<i>Análise de Autocorrelação Global</i>	28
5.1.5.2.2	<i>Análise de Autocorrelação Local</i>	28
5.1.6	Aspectos Éticos.....	28
5.2	ESTUDO 2.....	29
5.2.1	Desenho de Estudo	29
5.2.2	ERICA – Estudo de Riscos Cardiovasculares em Adolescentes	29

5.2.3	Seleção dos Casos	30
5.2.4	Seleção dos Controles	31
5.2.5	Seleção das variáveis	31
5.2.7	Análise dos Dados	32
5.2.7.1	Análise de Componentes Principais (PCA)	32
5.2.7.2	Análise por Regressão Logística Multinível e Análise por Regressão Logística ...	34
5.2.8	Aspectos Éticos	35
6	RESULTADOS	36
6.1	ESTUDO 1	36
6.1.2	Artigo 1	36
6.2	ESTUDO 2	62
6.2.1	Artigo 2	62
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	85
	REFERÊNCIAS	87
	ANEXO 1	96
	ANEXO 2	136

1 INTRODUÇÃO

A presente tese de doutorado está inserida em dois projetos de pesquisa: “Difusão espacial das epidemias de febre Zika em municípios brasileiros entre 2015-2016: Sua dispersão no território urbano foi semelhante à da dengue e da chikungunya?” e “Incidência, fatores de risco e características clínicas de infecção por Zika vírus em adolescentes do Rio de Janeiro e de Fortaleza no Estudo de Riscos Cardiovasculares em Adolescentes – ERICA”. A motivação desse estudo surgiu com a recente epidemia de Zika que acometeu o Brasil na mesma época de início do doutorado da autora, ano de 2016.

A tese está em formato coletânea com dois artigos e foi organizada em seis seções, Revisão Bibliográfica, Justificativa, Objetivos, Métodos, Resultados e Considerações Finais. Ela teve como objetivo identificar o modelo de difusão espacial da epidemia de Zika e comparar com as epidemias de dengue e chikungunya no município do Rio de Janeiro e identificar fatores de risco individuais da infecção por Zika, dengue e chikungunya em uma coorte de adolescentes do ERICA no município do Rio de Janeiro/RJ e Fortaleza/CE.

A seção inicial compreende uma revisão da literatura apresentando um pouco das três doenças estudadas e abordando os métodos utilizados para a análise de difusão espacial, seguida da seção de Justificativa e Objetivos. Logo após, a seção Métodos foi subdividida para os dois artigos resultados deste trabalho, apresentados na seção Resultados. O artigo do primeiro estudo já foi publicado na revista *Epidemiology and Infection* em 2019 e a versão publicada encontra-se como ANEXO. O segundo artigo está pronto para submissão. Ao final são apresentados as referências e os anexos.

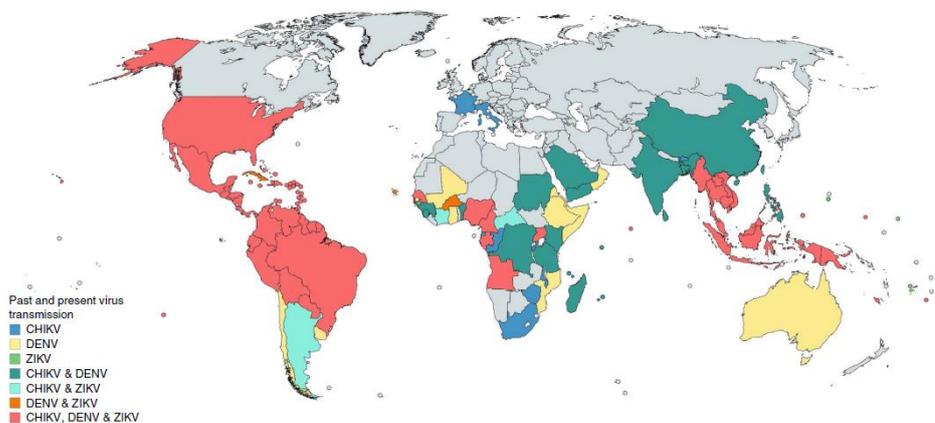
2 REVISÃO DE LITERATURA

A emergência e reemergência de doenças infecciosas sempre foi motivo de preocupação dos órgãos responsáveis pela gestão de saúde em todo o mundo. Diversos fatores são atribuídos à propagação de patógenos como fatores climáticos, sociodemográficos e de mobilidade humana (TAYLOR, LATHAM & WOOLHOUSE, 2001; JONES et al., 2008). Dentre as doenças transmitidas por vetores, a Zika, dengue e chikungunya merecem destaque. Embora as três arboviroses possam se apresentar de forma assintomática (JONES et al., 2008; IOOS et al., 2014), suas formas graves causam grande desafio à saúde pública.

O vírus Zika (ZIKV) emergiu como uma importante ameaça nas Américas em 2015, gerando casos graves como a microcefalia (CAUCHEMEZ et al., 2016; ARAÚJO et al., 2018) e síndrome de Guillain-Barré (RODRIGUEZ-MORALES, 2015). A febre do vírus da chikungunya (CHIKV) pode desencadear problemas neurológicos e articulares por meses (BRASIL, 2014). Já o vírus da dengue (DENV) pode desenvolver doença de forma hemorrágica sendo capaz de levar à morte (RIGAU-PEREZ et al., 1998).

A dispersão dessas arboviroses no Brasil e em outros países está associada a diversos fatores ambientais, socioeconômicos e relacionados à dinâmica de vetores ainda desconhecidos. Sabe-se que o ZIKV, o CHIKV e o vírus da dengue (DENV) podem ser transmitidos pelos mesmos vetores, *Aedes albopictus* e *Aedes aegypti*, sendo este último o principal responsável pela transmissão no Brasil. Como resultado, as distribuições desses três vírus no mundo se sobrepõem em muitos locais (Figura 1) (RUCKERT et al., 2017).

Figura 1: Distribuição global de dengue, Zika e chikungunya em 2017.



Fonte: Rückert et al, 2017

2.1 ZIKA, CHIKUNGUNYA E DENGUE

O ZIKV é um flavivírus que foi isolado pela primeira vez em 1947 em macacos *Rhesus* na floresta de Zika na Uganda, África. Porém, o primeiro caso humano foi somente descrito em 1964 (DICK, KITCHEN & HADDOW, 1952; SIMPSON, 1964). Após esta data, o vírus Zika tem sido detectado em humanos na África e Ásia (SMITHBURN, 1954; JAN et al., 1978; ADEKOLU-JOHN & FAGBAMI, 1983).

Em 2007 foi relatado um surto da doença, inicialmente descrito como “*dengue-like*”, com posterior confirmação laboratorial para infecção por vírus Zika, na Micronésia, no oeste do Oceano Pacífico (MUSSO & GUBLER, 2016).

Na Polinésia Francesa, em 2013, identificou-se a ocorrência de um surto de duração de aproximadamente 21 semanas com média de trinta mil casos (EUROPEAN CENTRE FOR DISEASE PREVENTION AND CONTROL, 2014). Já em 2014, casos da doença foram notificados em outros países do Sul do Pacífico, como Nova Caledônia, Ilhas Cook e Ilha de Páscoa, chegando posteriormente ao continente Americano (MUSSO, NILLES & CAO-LORMEAU, 2014; CAMPOS, BANDEIRA & SARDI, 2015; DUPONT-ROUZEYROL et al., 2015).

No Brasil, a presença do ZIKV foi identificada a partir de 2013 (METSKEY et al., 2017; PASSOS et al., 2017), embora sua introdução tenha sido inicialmente atribuída ao evento mundial de Primavera de Canoagem no Rio de Janeiro em 2014 (MUSSO & GUBLER, 2016) ou à Copa do Mundo de futebol no mesmo ano (SALVADOR & FUJITA, 2016). Porém, apenas em fevereiro de 2015 foi registrado um surto de uma doença exantemática no nordeste do Brasil, principalmente nos estados da Bahia, Maranhão, Pernambuco, Rio Grande do Norte, Sergipe e Paraíba, com diagnóstico negativo para dengue e chikungunya, suspeitando-se da presença do ZIKV (ZANLUCA et al., 2015). Em abril de 2015 foi confirmada a transmissão autóctone do ZIKV no Brasil (BRASIL, 2016c). A Organização Pan-Americana de Saúde (OPAS) emitiu um alerta epidemiológico sobre a transmissão do ZIKV no Brasil em maio de 2015 (PAN AMERICAN HEALTH ORGANIZATION & WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2015).

Em dezembro de 2015, 18 estados brasileiros já tinham confirmação da transmissão autóctone do ZIKV nas cinco regiões do país. O último estado a confirmar a transmissão do ZIKV foi Santa Catarina em 2016 (BRASIL, 2016a). Nos anos de 2015 e 2016, grande parte do Brasil estava sendo acometido pela tríplice epidemia causada pelas três arboviroses. A região Sudeste foi uma das que apresentou maior quantidade de casos no período para dengue e grande

quantidade de casos de infecção por ZIKV e CHIKV. O município do Rio de Janeiro foi mais afetado pela dengue, seguido por Zika e chikungunya no período 2015-2016 (BRASIL, 2017). Já em 2017 houve uma queda no número de casos notificados das três arbovírus, mas no início de 2018 o Ministério da Saúde do Brasil sinalizou uma tendência de aumento de casos de dengue e chikungunya (BRASIL, 2018). De 2016 a 2019 foram notificados 239.634 casos de Zika em todo o país (BRASIL, 2019).

O CHIKV é um vírus RNA que pertence ao gênero *Alphavirus* da família *Togaviridae*. O nome chikungunya deriva de uma palavra do idioma africano Makonde que significa “aqueles que se dobram”, descrevendo a aparência das pessoas que sofrem da doença devido à artralgia intensa causada pela doença. A febre por chikungunya começou a ser relatada na África por volta de 1950, com identificação do vírus na Tanzânia em 1952, seguido de identificação na Ásia. Após essa data, surtos esporádicos ocorreram na África e na Ásia até a década de 80. De 2004 a 2007 epidemias com um grande aumento no número de casos ocorreram abrangendo outras regiões dos dois continentes. Nas Américas, o vírus começou a ser identificado em 2013 (BRASIL, 2014). Os primeiros casos no Brasil foram notificados em 2014, sendo que em 2015 foram notificados mais de 38 mil casos (BRASIL, 2016a). Entre 2014 e 2019, foram notificados 589.076 casos de chikungunya, com maior concentração de óbitos no Ceará. Em 2018 e 2019, os casos tiveram concentração maior no estado do Rio de Janeiro (BRASIL, 2019).

A infecção por CHIKV pode se apresentar de forma assintomática, aguda, subaguda e crônica. A forma aguda da doença é geralmente caracterizada por febre e dor articular intensa. Já as formas subagudas e crônicas são evidenciadas pela recaída dos sintomas, na maioria das vezes sintomas de comprometimento reumatológico. A forma crônica é definida quando os sintomas persistem por mais de três meses, comumente determinada por artralgia inflamatória. Sintomas neurológicos, oculares, cardiovasculares, dermatológicos e renais são menos comuns (BRASIL, 2014).

O DENV é um flavivírus que se tornou mundialmente distribuído nos trópicos nos séculos XVIII e XIX (GUBLER, 1998). Foi introduzido no Brasil na metade do século 19, passando por um período sem registro e com reaparecimento após 1980, atribuído à disseminação do *Aedes aegypti*, seu principal vetor no país (GUBLER, 2002). A partir de então tem sido transmitido de forma endêmica, com ocorrência de ondas epidêmicas esporádicas em diversas regiões urbanas. Atualmente são encontrados no Brasil quatro tipos de sorotipos de dengue, DEN1, DEN2, DEN3 e DEN4. Sua infecção pode se apresentar de forma assintomática

ou sintomática. Quando sintomática causa uma doença sistêmica de amplo espectro clínico podendo evoluir ao óbito (BRASIL, 2016b).

2.2 CIRCULAÇÃO SIMULTÂNEA DAS TRÊS ARBOVIROSES NO BRASIL

A circulação simultânea dos três vírus, ZIKV, CHIKV e DENV, no Brasil apresenta um desafio aos profissionais da saúde pública. A similaridade nos sintomas clínicos iniciais se apresenta como um fator negativo para este desafio (PAIXAO, TEIXEIRA & RODRIGUES, 2018), já que culmina na dificuldade de identificação da real situação epidemiológica de cada doença no país. Como consequência, a identificação do ZIKV no Brasil acabou sendo mascarada pela epidemia de dengue desde sua introdução em 2013, acarretando em muitos casos de infecção por ZIKV notificados como DENV (BRITO & CORDEIRO, 2016). Assim como ocorreu no Brasil, um estudo retrospectivo realizado em Gabão, África Central, detectou a presença de ZIKV em 2007 durante epidemia de DENV e CHIKV, indicando a possibilidade de circulação do ZIKV antes de sua identificação, mascarada pela presença das outras duas arboviroses (GRARD et al., 2014). No Brasil, somente em abril de 2015 os casos de Zika passaram a ser notificados pelo Ministério da Saúde do Brasil (FULLER et al., 2017).

Do mesmo modo como aconteceu com Zika, Teixeira e colaboradores relataram que em 2014 muitos casos de chikungunya foram notificados como dengue, ano em que o CHIKV foi inicialmente identificado no Brasil (TEIXEIRA et al., 2015). Além disso, Silva e colaboradores indicaram a presença de subnotificação de casos por DENV nos dados divulgados pelo Ministério da Saúde do Brasil (SILVA et al., 2016). Cavalcanti e colaboradores em 2017 destacaram a possibilidade de a mortalidade causada pelo DENV e pelo CHIKV ser mais alta do que a notificada e indicam a necessidade de uma melhora na vigilância das arboviroses (CAVALCANTI et al., 2017). Freitas e colaboradores em 2017, também sugerem a ocorrência de subnotificação de mortalidade causada pelo CHIKV pelo Sistema de Vigilância do Brasil e ainda indicam a falta de estudos sobre mortalidade em adolescentes por CHIKV (FREITAS et al., 2017).

Mesmo depois da identificação e início de notificação de Zika e chikungunya, a definição de caso estabelecida por diversas instituições para infecções pelo ZIKV e CHIKV ainda era controversa. Braga e colaboradores indicaram uma baixa especificidade e sensibilidade na definição de caso utilizada pelo Ministério de Saúde do Brasil (BRAGA et al., 2017). Dessa forma, pode ter havido má classificação dos casos notificados sem confirmação

laboratorial das três arboviroses, destacando que em uma epidemia não se realizam exames laboratoriais de todos os casos suspeitos.

Além disso, muitas infecções por ZIKV, DENV e CHIKV são assintomáticas (IOOS et al., 2014) ou podem apresentar sintomas clínicos semelhantes (PAIXAO, TEIXEIRA & RODRIGUES, 2018), sendo a primeira condição responsável pela subnotificação de casos.

2.3 FATORES ASSOCIADOS À OCORRÊNCIA DE ARBOVIROSES NO BRASIL

Diversos fatores têm sido associados à ocorrência de arboviroses (TEIXEIRA, BARRETO & GUERRA, 1999). Características dos locais de transmissão de doenças vinculadas ao ambiente, vetor, densidade populacional humana e nível socioeconômico têm sido relatados como fatores importantes na transmissão do ZIKV (GARDNER et al., 2018), CHIKV (BONIFAY et al., 2017) e DENV (BRAGA et al., 2010; FARINELLI et al., 2018).

O principal vetor responsável pela transmissão das três arboviroses no Brasil pode ser coinfestado pelos três vírus em questão e pode transmiti-los simultaneamente. Estudos já foram desenvolvidos com o objetivo de verificar a influência dessa coinfeção em mosquitos. Ruckert e colaboradores em 2017 verificaram que mosquitos coinfestados por ZIKV e CHIKV apresentam um declínio na sua carga viral de ZIKV (RUCKERT et al., 2017). Estudos adicionais ainda precisam ser realizados para identificar a consequência de coinfeção e infecção prévia a uma arbovirose nos sintomas clínicos e desfecho de uma arbovirose em humanos. Estudos iniciais apresentaram relação positiva entre infecção prévia de dengue e a cronicidade dos sintomas de mialgia, artralgia e artrite em humanos quando infectados por chikungunya (ELSINGA et al., 2018).

Dentre as formas de controle de arboviroses, na ausência de uma vacina com boa eficácia, merece destaque o controle vetorial (BRASIL, 2009). Uma associação positiva entre índices entomológicos e casos de dengue já foi indicada em alguns estudos (BOWMAN, RUNGE-RANZINGER & MCCALL, 2014). Outros, entretanto, não conseguiram captar essa relação (BOWMAN, RUNGE-RANZINGER & MCCALL, 2014; CROMWELL et al., 2017; MACCORMACK-GELLES et al., 2018).

No Brasil a pesquisa larvária amostral é feita periodicamente, chamada de Levantamento de índice rápido para *Aedes aegypti* (LIRAA). O LIRAA tem sido utilizado como um sinalizador de áreas de risco para o aumento da incidência de doenças transmitidas por *Aedes aegypti*. E, por isso, é utilizada como uma das medidas para identificação de áreas onde há necessidade de intervenção pelos órgãos públicos (BRASIL, 2009). Este índice pode ser

representado pelo índice de Infestação Predial (IIP), índice de Tipo de Recipientes (ITR) e Índice de Breteau (IB). O IIP é a relação expressa entre o número de imóveis positivos para larvas e pupas de *Aedes aegypti* e o número de imóveis pesquisados. O ITR indica a proporção de recipientes positivos por tipo de criadouro e o IB estabelece uma relação entre recipientes positivos e imóveis (BRASIL, 2009).

Embora o LIRAA seja considerado uma boa medida de risco para arboviroses (BRASIL, 2009), estudos ainda não conseguiram determinar uma relação robusta entre LIRAA e dengue (BOWMAN, RUNGE-RANZINGER & MCCALL, 2014; MACCORMACK-GELLES et al., 2018). Há também a necessidade de estudos sobre qual o melhor índice entomológico a ser usado nas ações de vigilância e controle (CROMWELL et al., 2017).

Dentre os fatores que são relacionados com o aumento dos índices vetoriais e, com isso, associados a doença, destacam-se o surgimento de aglomerados urbanos, condições de habitação inadequadas, irregularidades no abastecimento de água e problemas no esgotamento sanitário (BRASIL, 2009). Ao mesmo tempo, uma considerável quantidade de vetores já foi relatada em bueiros, que é característico de áreas com condições mais adequadas (PAPLOSKI et al., 2016), com maior número de casos de dengue em regiões próximas a eles (RUSSELL et al., 2002). Um estudo quase experimental verificou redução do número de casos de dengue em pessoas que viviam próximas a bueiros/boca de lobo em que foram aplicados produtos químicos para a eliminação de vetores (OCAMPO et al., 2014).

Com relação à arborização, há uma indicação ausência de relação entre cobertura vegetal e risco de ZIKV e CHIKV (MCHALE et al., 2019). Porém Zellweger e colaboradores em 2017 encontraram uma relação positiva em relação a dengue (ZELLWEGER et al., 2017). A presença de considerável quantidade de vetores, *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*, coexistindo em regiões periurbanas, com quantidade de vegetação, já foi identificada em São Paulo (ARDUINO et al., 2020). Entretanto, à medida que se caminha para um centro mais urbano essa diversidade de espécies diminui prevalecendo a de *Aedes aegypti* principalmente em locais onde são encontradas arborização, como praças públicas (ARDUINO et al., 2020; HENDY et al., 2020). A urbanização sempre esteve associada à incidência das três arboviroses citadas, mas há uma preocupação de o ZIKV estar fazendo o ciclo de volta para regiões com predominância de floresta (ALTHOUSE et al., 2016).

Condições socioeconômicas não são consideradas um indicador direto da ocorrência de doenças transmitidas por vetores, mas pode estar relacionada com as características dos domicílios e suas regiões, como na qualidade de abastecimento de água e saneamento básico. Soares (2019) encontrou maior predominância de ovos de *Aedes aegypti* em locais com alta

densidade populacional e falta de saneamento básico (SOARES et al., 2019). A alta concentração populacional urbana foi identificada como fator de risco para a incidência das arboviroses (GARDNER et al., 2018). A falta de abastecimento de água regular também foi associada ao espalhamento de vetores (SOARES et al., 2019), o que pode desencadear a maior incidência de doenças transmitidas por eles.

Indicadores sócio ecológicos de pobreza já foram correlacionados com altas taxas de incidência de dengue em Fortaleza (MACCORMACK-GELLES et al., 2018), São Paulo (FARINELLI et al., 2018) e em Recife (BRAGA et al., 2010). Altas incidências de dengue também já foram mais encontradas em áreas com melhor nível socioeconômico (BONIFAY et al., 2017). Chikungunya foi relacionada a menor nível socioeconômico (BONIFAY et al., 2017; MCHALE et al., 2019). Com relação a Zika, os achados ainda são contraditórios. Um menor produto interno bruto (GARDNER et al., 2018) e pessoas mais ricas já foram associados com maior risco de Zika (NETTO et al., 2017; MCHALE et al., 2019).

Mesmo com o aumento crescente do conhecimento sobre as características de infecção da Zika, ainda existem incertezas quanto a fatores de risco individuais da transmissão e que influenciam nas diferentes formas de infecção e evolução da doença, em principalmente em faixas etárias específicas, em particular, em adolescentes.

2.4 DIFUSÃO ESPACIAL

Difusão Espacial é caracterizada como um processo dinâmico, o movimento de um fenômeno no espaço e no tempo. Pode ser definida como a dispersão ou o espalhamento de uma doença de um local para outras áreas (CLIFF et al., 1981; CROMLEY & MCLAFFERTY, 2012).

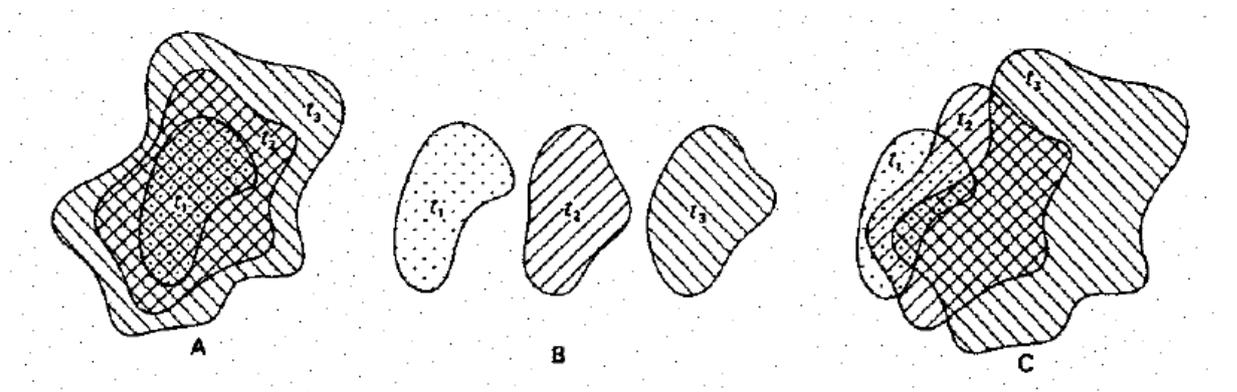
O conhecimento do padrão de difusão de doenças pode contribuir para a geração de hipóteses sobre fatores associados à sua dinâmica em determinadas populações e localidades, além de fornecer subsídios para o planejamento de ações de prevenção e controle de epidemias (CLIFF & HAGGETT, 1989).

O processo de difusão espacial pode ser classificado em difusão por expansão ou difusão por relocação (CROMLEY & MCLAFFERTY, 2012). O processo de difusão espacial por expansão é caracterizado com o início em uma determinada região e a dispersão, espalhamento para áreas adjacentes, de forma que a doença tem uma maior intensidade no local de origem e vai se espalhando com menor intensidade para as áreas subjacentes (Figura 2A) (CLIFF et al.,

1981). Já o processo caracterizado por relocação, tem o início da doença em determinado local e em um tempo seguinte ocorre um “salto”, a doença desaparece desse determinado local e tem início em outro local (Figura 2B) (CLIFF et al., 1981).

O processo de difusão poderá ser também misto, quando são observados os dois processos de difusão, por expansão e relocação, juntos (CLIFF et al., 1981).

Figura 2: Tipos de difusão espacial: (A) difusão por expansão, (B) por relocação e (C) combinada- expansão e relocação



Fonte: (CLIFF et al., 1981)

Alguns autores sugerem a ocorrência de dois outros padrões de difusão espacial, difusão espacial por contágio e difusão espacial hierárquico (COHEN J & TITA, 1999; CROMLEY & MCLAFFERTY, 2012; LEE et al., 2014). Cliff e colaboradores (1981) caracterizam o processo de difusão por contágio como pertencente ao padrão por expansão e o de padrão hierárquico como pertencente ao processo de difusão por relocação (CLIFF et al., 1981). O padrão de difusão por contágio ocorre quando a doença em questão é de transmissão por contato direto. O processo de difusão hierárquico ocorre quando a doença ocorre em determinado local e aparece em outro local em um tempo seguinte não desaparecendo no local de origem. Geralmente o padrão de difusão hierárquico está associado à transmissão em grandes centros populacionais ou locais ligados por redes de transporte ou hidrovias (CROMLEY & MCLAFFERTY, 2012).

2.4.1 Técnicas de Análise da Difusão Espacial

2.4.1.1 Mapas Sequenciais de Kernel

Os mapas sequenciais de Kernel são mapas que fornecem uma análise visual de determinado evento no espaço e no tempo. São representações da densidade de casos de determinado evento, no caso deste estudo, arboviroses. O estimador de densidade de Kernel é uma técnica de suavização que utiliza dados de pontos e estima a densidade de determinado evento por unidade de área permitindo a identificação de áreas quentes (*hotspots*), áreas com grande quantidade de eventos, no mapa (BAILEY & GATRELL, 1995). Para a elaboração dos mapas sequenciais de Kernel, são confeccionados diversos mapas de densidade das doenças para diversos momentos no tempo e a análise exploratória desses mapas é realizada.

2.4.1.2 Análise da Razão do Vizinho mais Próximo em Função do Tempo

Na análise do vizinho mais próximo é realizada uma comparação entre a distância média observada entre cada ponto e todos os seus vizinhos (*robs*) e a distância média esperada entre os pontos dos vizinhos mais próximos em situação de aleatoriedade espacial (*resp*). A estatística do teste, R, é calculada da forma abaixo:

$$R = \frac{robs}{resp}$$

O valor de R varia de 0 a 2,149, sendo 0 (zero) indicando completa aglomeração espacial, 1 indicando aleatoriedade espacial e 2,149 indica que os pontos estão completamente dispersos (ROSSBACHER, 1986).

Lee e colaboradores propuseram uma técnica onde primeiramente a variação da razão do vizinho mais próximo é analisada quando cada ponto é adicionado no tempo durante o período de estudo. A curva resultante desta variação é ajustada a uma curva de regressão que melhor se adequa a sua distribuição. A distribuição dos valores no gráfico é ajustada a um grupo de curvas matemáticas construídas para identificar qual a melhor se aproxima dessa distribuição. O melhor ajuste (*goodness-of-fit*) é determinado pelo maior R², coeficiente de determinação, e irá inferir sobre o modelo de difusão espacial. Por meio de simulações, foi identificado que a curva inversa ou a curva S se ajustam melhor ao padrão de difusão do tipo

expansão ou por contágio e a curva cúbica indica um padrão de difusão hierárquico ou por relocação (LEE et al., 2014).

2.4.1.3 Análise de Autocorrelação global

A autocorrelação espacial é referente à associação de uma variável em relação a sua localização. A medida mais utilizada para calcular a autocorrelação espacial é o I de Moran. Esta estatística varia de -1 a 1, sendo que uma estatística é positiva, quando áreas próximas têm atributos similares, negativa quando os valores atribuídos não são similares, e próxima a zero quando os valores estão arrumados aleatoriamente no espaço, indicando independência espacial (LAM, 1996). A escala espacial é definida por uma matriz de adjacência ou por uma matriz de distância. Os correlogramas espaciais são diagramas que mostram a autocorrelação espacial no eixo Y e a escala espacial, ou a distância (*lag*), onde a autocorrelação é computada no eixo X. Quando se compara esse correlograma espacial pelo tempo, o padrão de difusão espacial é revelado.

Se os correlogramas calculados apresentarem declínio conforme os *lags* vão se afastando, o padrão de difusão espacial indicado é de expansão. As curvas que apresentarem declínio e posterior aumento após alguns *lags*, apresentando um formato em “V”, indicam um processo de difusão hierárquico (LAM, 1996).

2.4.1.4 Análise de Autocorrelação Local

Os indicadores de autocorrelação local chamados de LISA, sigla vindo do inglês *Local Indicators of Spatial Association*, para cada observação fornecem a indicação de aglomerados espaciais de valores similares ao redor de uma observação. Desta forma, o LISA compara a taxa de incidência de uma unidade com a taxa média dos seus vizinhos e verifica se essa semelhança é estatisticamente significativa. Sendo estatisticamente significativa, há indicação de autocorrelação espacial (ANSELIN, 2016).

Cohen e Tita em 1999 propuseram que os padrões de difusão espacial poderiam ser detectados através da observação de mudanças no LISA no tempo (COHEN & TITA, 1999). Inicialmente os valores de LISA para cada par, composto por um determinado local e seus vizinhos, são avaliados segundo a ocorrência de aglomeração local, e a ocorrência dos pares são identificadas segundo as indicações:

- LL (LOW – LOW) - Local com valor do atributo abaixo da média e vizinhos com valores abaixo da média.
- LH (LOW – HIGH) - Local com valor do atributo abaixo da média e vizinhos com valores acima da média.
- HH (HIGH – HIGH) - Local com valor do atributo acima da média e vizinhos com valores acima da média.
- HL (HIGH – LOW) - Local com valor do atributo acima da média e vizinhos com valores abaixo da média.

Este processo é repetido para as sucessivas observações ao longo do tempo e, então, as mudanças ocorridas nos níveis de associação espacial entre cada observação e seus vizinhos ao longo do período de estudo são verificadas. Essas mudanças indicam o padrão de difusão espacial ocorrido (Figura 3).

Figura 3 – Dinâmica das mudanças da distribuição espacial em sucessivas observações.

Direção da variação	Tipo da difusão	Mecanismo da variação	Variação ano a ano nos pares Local-Vizinho	
			Local é o destino da difusão	Local é a fonte da difusão
Modificação de Baixo para Alto Nível	<i>Contágio</i>	Expansão entre vizinhos	LH para HH	HL para HH
		Realocação entre vizinhos	LH para HL	HL para LH
	<i>Hierárquico</i>	Aumento isolado	LL para HL	LL para LH
		Aumento global	LL para HH	LL para HH
Modificação de Alto para Baixo Nível	<i>Contágio</i>	Expansão entre vizinhos	HL para LL	LH para LL
		Realocação entre vizinhos	HL para LH	LH para HL
	<i>Hierárquico</i>	Aumento isolado	HH para LH	HH para LH
		Aumento global	HH para LL	HH para LL
Ausência de modificação	Nenhum	Estacionária		

Fonte: adaptado de COHEN & TITA, 1999

2.4.2 Estudos da difusão espacial da Zika, dengue e chikungunya

Foram encontrados na literatura estudos sobre a difusão espacial de doenças, porém nenhum estudo abordava Zika ou chikungunya e poucos tinham como objeto reconhecer padrões de disseminação da dengue. Dentre os estudos sobre a difusão espacial da dengue, apenas três, que utilizaram abordagens mais analíticas, merecem destaque.

Com o objetivo de identificar o padrão de difusão espacial da primeira epidemia de dengue em Salvador, Bahia, em 1995, foram confeccionados mapas sequenciais de densidade de casos. Mapas utilizando estimativas de Kernel foram usados para identificação do padrão de difusão espacial da epidemia como por contágio (BARRETO et al., 2008). O mesmo método foi o de escolha para identificar do padrão de difusão espacial de dengue no período de 1994 a 2000. Após análise visual dos mapas obtidos, o padrão de progressão espaço temporal dos casos de dengue na Bahia foi identificado (MELO et al., 2010).

Já no município de Jequié, também na Bahia, a evolução da epidemia de dengue ocorrida em 2009 foi analisada utilizando uma técnica de projeção animada de uma série de mapas de Kernel e a interação espaço-temporal foi avaliada utilizando o método de Knox. Nesse estudo, o padrão de propagação de dengue foi caracterizado pela sua expansão em torno de uma área fonte dos casos e pela relocação deste foco com a formação de vários focos secundários (MORATO et al., 2015).

Os três estudos citados tiveram como objetivo identificar os padrões de difusão espacial da dengue e encontraram modelos de difusão distintos. Esses estudos evidenciam também a lacuna referente à falta de uma avaliação mais formal para a identificação desses padrões, indicando um desafio de incorporação de técnicas analíticas quantitativas que superem a limitação da inspeção visual de mapas sequenciais.

3 JUSTIFICATIVA

Dentre essas doenças, o recente aparecimento do vírus da Zika e chikungunya tem ganhado cada vez mais atenção principalmente pelas possíveis graves consequências - microcefalia em crianças e síndrome de Guillain-Barré no caso da febre por Zika e problemas neurológicos e articulares por um longo período no caso da febre por chikungunya.

A recente chegada e o espalhamento do vírus Zika nas Américas indica que a disseminação da doença e suas consequências são preocupantes requerendo mais investigação. O espalhamento do vírus de um país para outro depende da magnitude (duração, abrangência, intensidade) da epidemia em cada sitio. No entanto, a intensidade da epidemia depende dos processos de difusão da doença durante a onda epidêmica. Até o momento, não se conhece os mecanismos de difusão espacial da Zika no município do Rio de Janeiro, especialmente como se difunde em um cenário de transmissão simultânea com outras arboviroses, dengue e chikungunya, que são transmitidas pelos mesmos vetores e apresentam semelhança clínica. A identificação do padrão de difusão espacial tem o intuito de contribuir para, futuramente, explicar o porquê de certas populações serem mais infectadas que outras, sugerir quais os possíveis fatores associados à ocorrência de surtos e fornecer informações que podem ser úteis para o enfrentamento e controle de epidemias, orientando a formulação de estratégias mais específicas.

O aumento do conhecimento sobre a dinâmica da transmissão de Zika, dengue e chikungunya, ainda coexiste com incertezas sobre os fatores de risco individuais e contextuais que podem influenciar o risco de adoecimento. Em particular, pouco se sabe sobre essas relações entre adolescentes que apresentam relações com o ambiente social diversas das populações economicamente ativa, implicando em locais, tipos e graus de exposições ao vetor potencialmente distintos. O preenchimento desta lacuna poderá contribuir para ampliar o conhecimento sobre diferenças no perfil de risco de arboviroses em populações em diferentes faixas etárias e para a implementação de medidas de controle em nível populacional orientadas tanto para o ambiente peridomiciliar quanto escolar.

4 OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GERAL

O propósito do projeto é identificar o modelo de difusão espacial da epidemia de febre por Zika e comparar com as epidemias de dengue e chikungunya de 2015-2016 no município do Rio de Janeiro/RJ e identificar fatores de risco individuais da infecção por Zika, dengue e chikungunya em uma coorte de adolescentes do Estudo de Riscos Cardiovasculares em Adolescentes – Erica – no município do Rio de Janeiro/RJ e Fortaleza/CE no período de 2015-2019.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Identificar e comparar o padrão de difusão espacial de Zika, dengue e chikungunya em 2015-2016 no município do Rio de Janeiro;

Identificar fatores sociodemográficos associados com a infecção por ZIKV e CHIKV em adolescentes participantes do ERICA nos municípios do Rio de Janeiro/RJ e de Fortaleza/CE em 2015-2019;

5 MÉTODOS

5.1 ESTUDO 1

5.1.1 Desenho de Estudo

Para este estudo foram utilizadas duas abordagens:

- i) Estudo transversal para os dados espaciais de padrão pontual do município do Rio de Janeiro, Brasil.
- ii) Estudo Ecológico para os dados espaciais de padrão de área dos bairros do município do Rio de Janeiro, Brasil.

5.1.2 Local e Período de Estudo

Os padrões de difusão espacial das três arboviroses foram estudados para o município do Rio de Janeiro, Brasil, durante a epidemia ocorrida no período compreendido entre as semanas epidemiológicas compreendidas no período de 2015 e 2016.

5.1.3 Fonte de Dados

Os dados dos casos notificados de Zika, dengue e chikungunya foram extraídos do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN), disponibilizados pelo Ministério da Saúde do Brasil (MS). Os dados individuais foram obtidos por solicitação formal ao MS. Todos os casos suspeitos de Zika passaram a ser de notificação obrigatória e universal após a publicação da Portaria 204, a partir de 17 de fevereiro de 2016 (BRASIL, 2016c).

As malhas cartográficas digitais do município e dos bairros do município do Rio de Janeiro foram extraídas do portal de armazenamento de dados da Prefeitura do Rio de Janeiro (<http://www.data.rio/>). A população residente nos bairros dos municípios estudados foi obtida com base no censo de 2010 disponibilizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE.

5.1.4 Georreferenciamento dos Casos

Os endereços de residência foram utilizados como *proxy* ao local de infecção. As Interfaces de Programação de Aplicativos (*Application Programming Interface* APIs utilizados para georreferenciamento foram *Google Maps* e *Open Street Map*, pelo Plugin MMQGIS do Software QGIS (QGIS, 2016), *Google Earth*, *Bing* e *Batchgeo*.

5.1.5 Análise dos Dados Espaciais

Os dados foram analisados com a utilização dos mapas sequenciais de Kernel e análise da razão do vizinho mais próximo, para dados de padrão pontual, e análise de autocorrelação global e mudanças na autocorrelação local com o tempo, para dados de padrão de área.

5.1.5.1 Análise dos Dados Pontuais

5.1.5.1.1 Análise Visual pela Inspeção de Mapas Sequenciais de Kernel

Os mapas de densidade de casos das doenças foram feitos e analisados para cada 4 (quatro) semanas epidemiológicas para as três arboviroses. Os mapas foram confeccionados no Software QGIS versão 2.18 com a utilização do complemento *Heatmap* (QGIS, 2016).

5.1.5.1.2 Análise da Razão do Vizinho mais Próximo

Para a identificação do padrão de difusão espacial, foi utilizada a técnica proposta por Lee e colaboradores (LEE et al., 2014) onde a variação da razão do vizinho mais próximo (NNI do inglês *Nearest Neighbour Index*) é analisada quando cada ponto é adicionado no tempo durante o período de estudo.

Para a análise desta estatística foram utilizados os pacotes *sp* e *SpatialEco* do R software. Posteriormente a curva de regressão foi estimada e testada segundo os modelos sugeridos por Lee e colaboradores (2014). A curva com melhor ajuste, definida pelo maior coeficiente de determinação (R^2), foi utilizada para identificação do processo de difusão espacial. Foi utilizada a função *curvefit* presente no software Stata/SE 13.0 (STATA CORP, 2013).

5.1.5.2 Análise de Dados de Área

5.1.5.2.1 Análise de Autocorrelação Global

A autocorrelação global foi analisada de acordo com o proposto por Lam e colaboradores (LAM et al., 1996).

O I de Moran foi a medida utilizada para calcular a autocorrelação utilizando as taxas de incidência para cada 4 (quatro) semanas epidemiológicas. A escala espacial foi definida por uma matriz de adjacência W_{ij} . Gráficos foram construídos para análise.

Esta estatística foi calculada com a aplicação do pacote *spdep* no Software R.

5.1.5.2.2 Análise de Autocorrelação Local

Para identificação do padrão de difusão espacial pela análise da autocorrelação local baseado nos indicadores de autocorrelação local, LISA, o método proposto por Cohen e Tita em 1999 foi adaptado (COHEN & TITA, 1999). Para realização desta estatística, o LISA para cada 4 (quatro) semanas epidemiológicas foi calculado e, então, a frequência das mudanças dos padrões encontrados foi utilizada para verificar o tipo de difusão espacial. Para a realização desta análise foi utilizado o *Software* GeoDa versão 1.18.14 (ANSELIN, 2016).

5.1.6 Aspectos Éticos

Este projeto foi desenvolvido de acordo com as diretrizes da Resolução 466 de dezembro de 2012 que trata de pesquisas envolvendo seres humanos. Foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca da FIOCRUZ e autorizado pelo CAAE de nº 85031718.2.0000.5240, parecer nº 2.580.613 de 04 de abril de 2018.

5.2 ESTUDO 2

5.2.1 Desenho de Estudo

Trata-se de um estudo de desenho caso-controle onde os fatores associados à Zika, dengue e chikungunya foram estudados sendo os casos identificados a partir de um relacionamento dos dados da vigilância notificados do SINAN entre os adolescentes pertencentes à coorte inicial do ERICA (Estudo de Riscos Cardiovasculares em Adolescentes) nos municípios do Rio de Janeiro/RJ e Fortaleza/CE nos anos de 2014-2019.

5.2.2 ERICA – Estudo de Riscos Cardiovasculares em Adolescentes

O estudo 2 dessa tese foi conduzido com base na coorte de adolescentes do ERICA que avaliou aproximadamente 85 mil adolescentes com idades entre 12 a 17 anos que estavam matriculados em escolas públicas e privadas de municípios brasileiros em 2013 e 2014 (BLOCH et al., 2015). Desse total, 42 mil, residentes nos estados do Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, Distrito Federal e Ceará, tiveram amostras de sangue coletadas e armazenadas para futuras análises. Aproximadamente 2.500 e 1.600 adolescentes tiveram amostras de soro armazenadas nas capitais do Rio de Janeiro/RJ e Fortaleza/CE, respectivamente, e foram selecionados para participar de um novo projeto dentro do ERICA.

Em 2016 foi aprovado um adendo ao projeto ERICA inicial - “Incidência, fatores de risco e características clínicas de infecção por Zika vírus em adolescentes do Rio de Janeiro e de Fortaleza no Estudo de Riscos Cardiovasculares em Adolescentes – ERICA” (ERICA-Zika). Esse novo projeto se estrutura em dois tipos de desenhos de estudo, um estudo de coorte e um estudo caso-controle. Para a realização desse novo estudo, uma subamostra de adolescentes do ERICA está sendo acompanhada.

Em 2019, elaborou-se um novo adendo ao projeto ERICA-ZIKA, objeto do presente estudo. Trata-se de um estudo de desenho caso-controle onde a identificação de casos de Zika, dengue e chikungunya foi realizada a partir de um relacionamento probabilístico dos dados da coorte de adolescentes do ERICA com dados secundários obtidos pelos casos registrados no Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN) de infecções por DENV, CHIKV e ZIKV no município do Rio de Janeiro/RJ para o período de 2015-2019 e por um

relacionamento manual para Fortaleza/CE nos anos de 2014-2019. Este último adendo é objeto deste estudo.

5.2.3 Seleção dos Casos

Casos são definidos como adolescentes do ERICA que foram notificados e registrados no SINAN com diagnóstico laboratorial ou clínico epidemiológico de Zika, dengue ou chikungunya. Nesse estudo, a identificação de casos foi realizada a partir de um relacionamento dos dados da coorte de adolescentes do Estudo de Riscos Cardiovasculares em Adolescentes - ERICA com dados secundários registrados no SINAN nos municípios do Rio de Janeiro/RJ (2015-2019) e de Fortaleza/CE (2014-2019). Os dados de notificação de Zika, dengue e chikungunya para o período de estudo foram obtidos por meio de solicitação formal junto às Secretarias dos Municípios do Rio de Janeiro e de Fortaleza.

O relacionamento probabilístico (*linkage*) dos dados do município do Rio de Janeiro foi realizado utilizando dois aplicativos do *Software R*, *RecordLinkage* e *FastLink* com a finalidade de obter maior sensibilidade na detecção de casos. As variáveis empregadas para a realização do *linkage* foram nome do adolescente (usando primeiro e último nomes separados), nome da mãe, data de nascimento (dia, mês e ano em separado), sexo e endereço de residência. Os pesos relacionados à probabilidade de cada possível combinação dentre as observações de cada banco ser igual foram calculados pelo relacionamento probabilístico. O método de distância de Jaro-Winkler para cálculo de número de caracteres comuns numa variável texto (SARIYAR & BORG, 2010; ENAMORADO, FIFIELD & IMAI, 2019) tendo a variável sexo bloqueada. Um ponto de corte de 0,65 foi atribuído e todos os resultados obtidos acima desse valor foram analisados individualmente. O endereço de residência foi utilizado apenas com o objetivo de conferência nos resultados obtidos.

O relacionamento de dados para o município de Fortaleza foi realizado de modo determinístico pela Universidade Federal do Ceará (UFC) em conjunto com a Secretaria de Saúde de Fortaleza/CE (CEVEPI) com os dados de notificação de dengue, Zika e chikungunya de 2014 a 2019.

5.2.4 Seleção dos Controles

Os controles foram selecionados a partir da listagem de adolescentes do ERICA do Rio de Janeiro/RJ e Fortaleza/CE. Selecionou-se aleatoriamente 4 (quatro) controles para cada caso dentre os adolescentes que não tiveram notificação por nenhuma das três arboviroses no período avaliado. Os controles foram selecionados utilizando a função *randsample* do pacote *pracma* do *software* R.

5.2.5 Seleção das variáveis

Após a identificação dos casos e controles do estudo, informações sobre cor da pele, idade e sexo foram extraídas da base de dados do inquérito de linha de base do Projeto ERICA (2013-2014). Cor da pele foi classificada em “Branca” ou “Não Branca. As variáveis referentes ao número de cômodos na residência, número de pessoas que dormem no mesmo cômodo, presença de empregada doméstica trabalhando na residência, presença de banheiro e posse de bens (televisão, máquinas de lavar roupa, tocadores de *dvd*, geladeira, freezer, computadores, presença de internet, de carros e motocicletas) foram utilizadas para a construção de um indicador socioeconômico mediante análise de componentes principais (PCA, do inglês *Principal Component Analysis*). Todas as variáveis foram obtidas a partir do questionário do Projeto ERICA aplicado na linha de base (ANEXO 1)

As variáveis contextuais no nível de bairro foram obtidas do censo 2010 (IBGE) e atribuídas ao bairro residencial dos adolescentes (IBGE, 2010). As variáveis referentes ao domicílio e seu entorno foram construídas da seguinte forma: a) abastecimento de água por rede geral, esgotamento sanitário via rede de esgoto no domicílio, lixo coletado, pavimentação, calçada, com bueiro/boca de lobo e arborização no entorno categorizadas em presença, quando 100% dos domicílios dos bairros apresentavam a característica, e ausência, demais porcentagens; e b) esgoto a céu aberto e lixo acumulado nos logradouros no entorno categorizadas como ausência, quando nenhum domicílio no bairro com a presença dessas características, e presença, demais porcentagens.

Utilizou-se também a definição do IBGE de aglomerado subnormal para caracterização do local de moradia do adolescente. Os aglomerados subnormais são também conhecidos como favelas, comunidades, loteamentos irregulares, entre outros. É uma forma de ocupação irregular para fins de habitação em áreas urbanas, geralmente caracterizados por não acesso a serviços

públicos essenciais como serviço de abastecimento de água, coleta de esgoto e lixo (IBGE, 2020a). A identificação se o adolescente era morador de aglomerado subnormal foi feita a partir das coordenadas do local de residência de cada aluno utilizando o Software QGis (QGIS, 2016) e as localizações definidas pelos limites dos aglomerados subnormais obtidos junto ao IBGE (IBGE, 2020b).

O LIRAA foi obtido junto a Secretaria Municipal de Saúde de Fortaleza/CE com sua representação pelo IIP. O IIP é a razão entre o número de imóveis positivos para larvas e pupas de *Aedes aegypti* e o número de imóveis pesquisados, expresso em percentual (BRASIL, 2009).

Os bairros dos municípios estudados que apresentaram pelo menos um caso ou controle foram incluídos no modelo multinível, resultando em 56 bairros analisados para o Rio de Janeiro e 72 para Fortaleza (aproximadamente 34% e 60% dos bairros do Rio de Janeiro e Fortaleza respectivamente).

5.2.7 Análise dos Dados

5.2.7.1 Análise de Componentes Principais (PCA)

Com o intuito de capturar uma medida de condição socioeconômica dos adolescentes estudados, a análise de componentes principais (do inglês *Principal Component Analysis*) foi implementada a partir das informações retiradas do questionário do projeto ERICA respondido em 2013-2014 relativas ao número de pessoas que dormem em no mesmo cômodo que o adolescente, empregadas domésticas que trabalham na residência e número de cômodos, banheiros, quantidade de aparelhos de televisão, automóveis, tocadores de *dvds*, geladeiras, freezers, máquinas de lavar roupa, computadores, motocicletas e presença de internet no domicílio.

Todas as variáveis foram padronizadas e categorizadas de acordo com as quantidades relatadas pelos adolescentes 0 (zero), 1 (um), 2 (dois), 3 (três) e 4 (quatro ou mais). A exceção foi as variáveis computador e internet que foram categorizadas entre presente (1) ou ausente (0).

A aplicação da PCA teve o intuito de sintetizar as correlações entre as variáveis analisadas e encontrar a potencial combinação linear das variáveis originais onde a variância máxima numa dimensão ortogonal particular é extraída (VYAS & KUMARANAYAKE,

2006). O pacote *Psych* do *software* R foi utilizado em separado para cada município utilizando a rotação *varimax*. Os autovalores (*eigenvalues*) e as variâncias para cada componente foram obtidos. O primeiro componente foi extraído, apresentando 28,6% de variância quando realizada para o município de Fortaleza e 24,3% para o município do Rio de Janeiro (Figura 4). Os pesos das variáveis foram calculados com os valores das coordenadas de cada variável extraíndo-se apenas o primeiro fator (Tabela 1) e multiplicados por cada valor de cada variável para cada observação. Esses valores foram somados e, então, divididos em quintos (FILMER & PRITCHETT, 2001). O segundo, terceiro e quarto quintos foram agrupados resultando em 3 (três) níveis de condições socioeconômicas (Alta, Média, Baixa).

Figura 4: Porcentagens das variâncias explicadas por cada dimensão representada pelo *scree plot* como resultado da análise dos componentes principais para os municípios do Rio de Janeiro/RJ e de Fortaleza/CE.

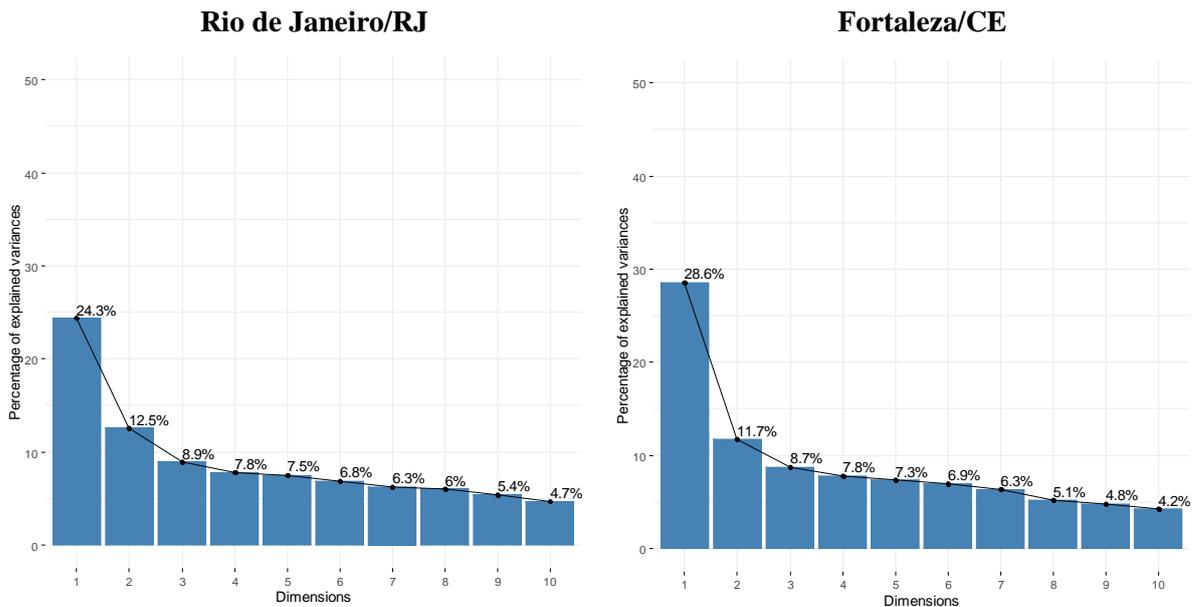


Tabela 1: Primeiros componentes resultados das análises de componentes principais utilizados para a criação da variável socioeconômica para Rio de Janeiro/RJ e Fortaleza/CE.

	RIO DE JANEIRO	FORTALEZA
Quantidade de Cômodos	0,48	0,63
Número de pessoas dormindo no mesmo cômodo	-0,38	-0,34
Quantidade de Televisão	0,69	0,65
Quantidade de Banheiro	0,70	0,76
Quantidade de Automóvel	0,60	0,65
Número de empregadas trabalhando na residência	0,41	0,39
Quantidade de Máquina de Lavar	0,36	0,51
Quantidade de aparelho de <i>dvd</i>	0,59	0,44
Quantidade de Geladeira	0,44	0,41
Quantidade de Freezer	0,48	0,55
Quantidade de Motocicleta	0,30	0,11
Presença de Computador	0,38	0,58
Presença de Internet	0,42	0,59

5.2.7.2 Análise por Regressão Logística Multinível e Análise por Regressão Logística

Dois modelos foram avaliados, um com os municípios do Rio de Janeiro/RJ e outro com o município de Fortaleza/CE, onde o IIP estava disponível para análise. Optou-se pela utilização da análise de regressão logística multinível com dois níveis, o primeiro nível correspondendo aos adolescentes que se agregavam em bairros de residência considerados o segundo nível. O modelo multinível permite considerar a correlação entre indivíduos em um mesmo bairro, quer dizer, se os adolescentes que residem em uma mesma área têm características mais similares do que indivíduos de áreas diferentes. Quanto mais adolescentes vivendo em um mesmo bairro com um desfecho de saúde similar, quando comparado com adolescentes vivendo em bairros diferentes, mais provável que os determinantes de nível individual seja diretamente relacionados aos determinantes da área (MERLO et al., 2005).

Primeiro, obteve-se o coeficiente de correlação intraclasses (ICC, do inglês *intracluster correlation coefficient*) a partir de um modelo nulo (sem variáveis explicativas). O ICC quantifica o grau de homogeneidade intra *cluster* (bairros), indicando a proporção de variação do desfecho que pode ser atribuída aos bairros. Um ICC igual a zero indica que as observações não dependem de qual *cluster* estão, indicando a não necessidade de realização de uma análise

de regressão logística multinível, e um ICC igual a 1 indica que toda a variabilidade do desfecho pode ser atribuída aos *clusters* (MERLO et al., 2005; SOMMET & MORSELLI, 2017). Com a identificação de um ICC significativo, uma análise multinível foi realizada. Para o modelo que não apresentou ICC significativo, uma análise de regressão logística foi empregada. O coeficiente de partição da variância (CPV), similar ao ICC abarcando os efeitos aleatórios, foi aplicado no modelo final com variáveis explicativas. Para avaliar a qualidade do modelo estatístico utilizou-se o critério de informação Akaike (AIC, do inglês *Akaike Information Criterion*).

Análises bivariadas foram realizadas a fim de verificar as associações entre ocorrência de arboviroses e as variáveis independentes. Todas as variáveis associadas ao desfecho considerando um p-valor < 0,20 foram selecionadas para inclusão na análise multivariada.

A análise de regressão logística foi realizada utilizando o pacote MASS. A análise multinível foi realizada utilizando o pacote lme4 do *software* R em que a log-likelihood é estimado utilizando a aproximação de Laplace. As associações são expressas em termos de razões de chances e respectivos intervalos de 95% de confiança (IC95%).

5.2.8 Aspectos Éticos

O projeto ERICA está sendo conduzido de acordo com os princípios da Declaração de Helsinki. O CEP da Universidade Federal do Rio de Janeiro aprovou o inquérito da linha de base em janeiro de 2009 (CAAE:45572715.8.1001.5286). O estudo longitudinal do ERICA também foi aprovado pelos CEPs dos centros participantes (julho e setembro de 2015 e 2017) (CAAE:67595817.0.1001.5286). O presente estudo foi aprovado pelo CEP do IESC/UFRJ em 02 de abril de 2019 com o CAAE 67595817.0.1001.5286. Um termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) foi obtido junto a cada um dos participantes ou dos seus responsáveis e um Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) no caso de o adolescente ser menor de idade.

6 RESULTADOS

6.1 ESTUDO 1

O artigo referente ao estudo 1 em português encontra-se a seguir. O artigo foi publicado em inglês na revista *Epidemiology and Infection* em 2019 (ANEXO 2), disponível para download em <https://www.cambridge.org/core/journals/epidemiology-and-infection/article/spatial-diffusion-of-the-20152016-zika-dengue-and-chikungunya-epidemics-in-rio-de-janeiro-municipality-brazil/B6B2503E51F99B7578F563D4F1B2F96A>.

6.1.2 Artigo 1

TÍTULO: Difusão espacial das epidemias de Zika, Dengue e Chikungunya em 2015-2016 no município do Rio de Janeiro, Brasil.

RESUMO

A emergência e reemergência de doenças sempre foi motivo de preocupação em todo o mundo. Dentre as doenças emergentes, a Zika tem sua importância principalmente devido ao impacto causado pela sua associação microcefalia e síndrome de Guillain-Barré. Diferentes países, especialmente o Brasil que enfrentava epidemias recorrentes de dengue e, a partir de 2014, de chikungunya, precisaram reestruturar os serviços de saúde para o enfrentamento de uma tríplice epidemia de arboviroses transmitidas por um mesmo vetor, principalmente o *Aedes aegypti*, nos anos de 2015-2016. Diversos esforços têm sido empregados para o maior conhecimento das três arboviroses citadas, tendo a análise espacial um papel importante no conhecimento da dinâmica de doenças. Especificamente sobre difusão espacial, pouca informação foi produzida até o momento. O conhecimento do padrão de difusão espacial de arboviroses durante uma epidemia pode contribuir para o planejamento de ações de vigilância e controle destas doenças e até sugerir fatores que influenciam este processo. Porém, apenas estudos relacionados à dengue e seus vetores foram publicados, havendo ainda lacunas sobre a tríplice epidemia de Zika, dengue e chikungunya. Esse trabalho teve como objetivo identificar os processos de difusão espacial da Zika, dengue e chikungunya no contexto da tríplice epidemia no período de 2015-2016 no município do Rio de Janeiro, Brasil. Dois desenhos de

estudo foram utilizados: a) estudo transversal para os dados espaciais de padrão pontual, e b) estudo ecológico para os dados espaciais de padrão de área dos bairros do município do Rio de Janeiro. Mapas sequenciais de Kernel, variação da razão do vizinho mais próximo calculada cumulativamente em relação ao tempo, correlogramas de autocorrelação global de Moran e mudanças da autocorrelação local (LISA) no tempo foram utilizados para a identificação do padrão de difusão espacial. O presente estudo sugere o padrão de difusão por expansão para as três arboviroses durante os anos de 2015-2016 no município do Rio de Janeiro. Esse achado pode ser considerado para medidas de controle mais efetivas assim como para novos estudos sobre a dinâmica das três arboviroses.

INTRODUÇÃO

A emergência e reemergência de doenças sempre foi motivo de preocupação de pesquisadores, gestores e da população em geral de todo o mundo. Diversos fatores são atribuídos à propagação de patógenos como fatores climáticos, socioambientais e de mobilidade humana (TAYLOR, LATHAM & WOOLHOUSE, 2001; JONES et al., 2008). Dentre as doenças transmitidas por vetores, a Zika, dengue e chikungunya merecem destaque. Embora as três arboviroses possam se apresentar de forma assintomática (IOOS et al., 2014), suas formas graves geram grande desafio à saúde pública. O vírus Zika (ZIKV) emergiu como uma importante ameaça nas Américas em 2015, gerando casos graves de microcefalia em recém-nascidos (CAUCHEMEZ et al., 2016; ARAÚJO et al., 2018) e Guillain-Barré (RODRIGUEZ-MORALES, 2015). A febre do vírus da chikungunya (CHIKV) pode desencadear problemas neurológicos e articulares por meses (BRASIL, 2014). Já a dengue pode ter como apresentação a forma hemorrágica podendo levar a morte (RIGAU-PEREZ et al., 1998).

Tanto os ZIKV e CHIKV como o vírus da dengue (DENV) podem ser transmitidos pelos mesmos vetores, principalmente da espécie *Aedes aegypti*, e como resultado suas distribuições no mundo se sobrepõe em muitos locais (RUCKERT et al., 2017).

Nos anos de 2015 e 2016 diversos municípios brasileiros foram desafiados pela epidemia causada pelo ZIKV que causou grande alarme para profissionais da saúde. A descoberta das formas graves causadas pelo ZIKV e sua dispersão pelas Américas fizeram com que a OPAS/WHO decretasse em 2015 emergência de importância internacional (PAN AMERICAN HEALTH ORGANIZATION & WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2015). Municípios brasileiros então endêmicos para as outras arboviroses - dengue e chikungunya -

passaram a enfrentar a introdução de um novo vírus, ZIKV, transmitido por via vetorial, sexual e vertical (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2017).

Diversos esforços têm sido empregados para o maior conhecimento da Zika, principalmente no contexto da tríplice epidemia, tendo a análise espacial um papel importante no conhecimento da dinâmica de doenças. Podem ser empregadas diversas técnicas como aquelas usadas na investigação de surtos ou epidemias e até procedimentos analíticos mais complexos (FLETCHER-LARTEY & CAPRARELLI, 2016). A difusão espacial é caracterizada como um processo dinâmico, o movimento de um fenômeno no espaço e no tempo, que ocorre quando a doença é transmitida para uma nova região (CLIFF et al., 1981; CROMLEY & MCLAFFERTY, 2012). O processo de difusão espacial pode ser classificado como contágio, expansão, relocação ou hierárquico. O padrão por expansão caracterizado com o início em uma determinada região e a dispersão, espalhamento para áreas adjacentes, de forma que a doença tem uma maior intensidade no local de origem e vai se espalhando com menor intensidade para as áreas vizinhas. Já os processos caracterizados por hierárquico e relocação têm como início da doença em determinado local e em um tempo seguinte ocorre um “salto” da doença para um local mais distante. O processo de difusão poderá ser também misto, quando são observados os dois processos de difusão, por expansão e hierárquico juntos (CROMLEY & MCLAFFERTY, 2012).

A difusão espacial informa sobre a dinâmica de transmissão da doença e pode dar suporte ao planejamento de ações de vigilância e controle e também gerar hipóteses para estudos (CLIFF & HAGGETT, 1989) e, assim, atuar na diminuição do risco de expansão de doenças (MURTHY, KEYSTONE & KISSOON, 2013).

Considerando a ocorrência e importância da tríplice epidemia no Brasil, o objetivo desse estudo foi identificar o padrão de difusão espacial das doenças causadas por ZIKV, DENV e CHIKV em 2015-2016 no município do Rio de Janeiro, Brasil.

MÉTODOS

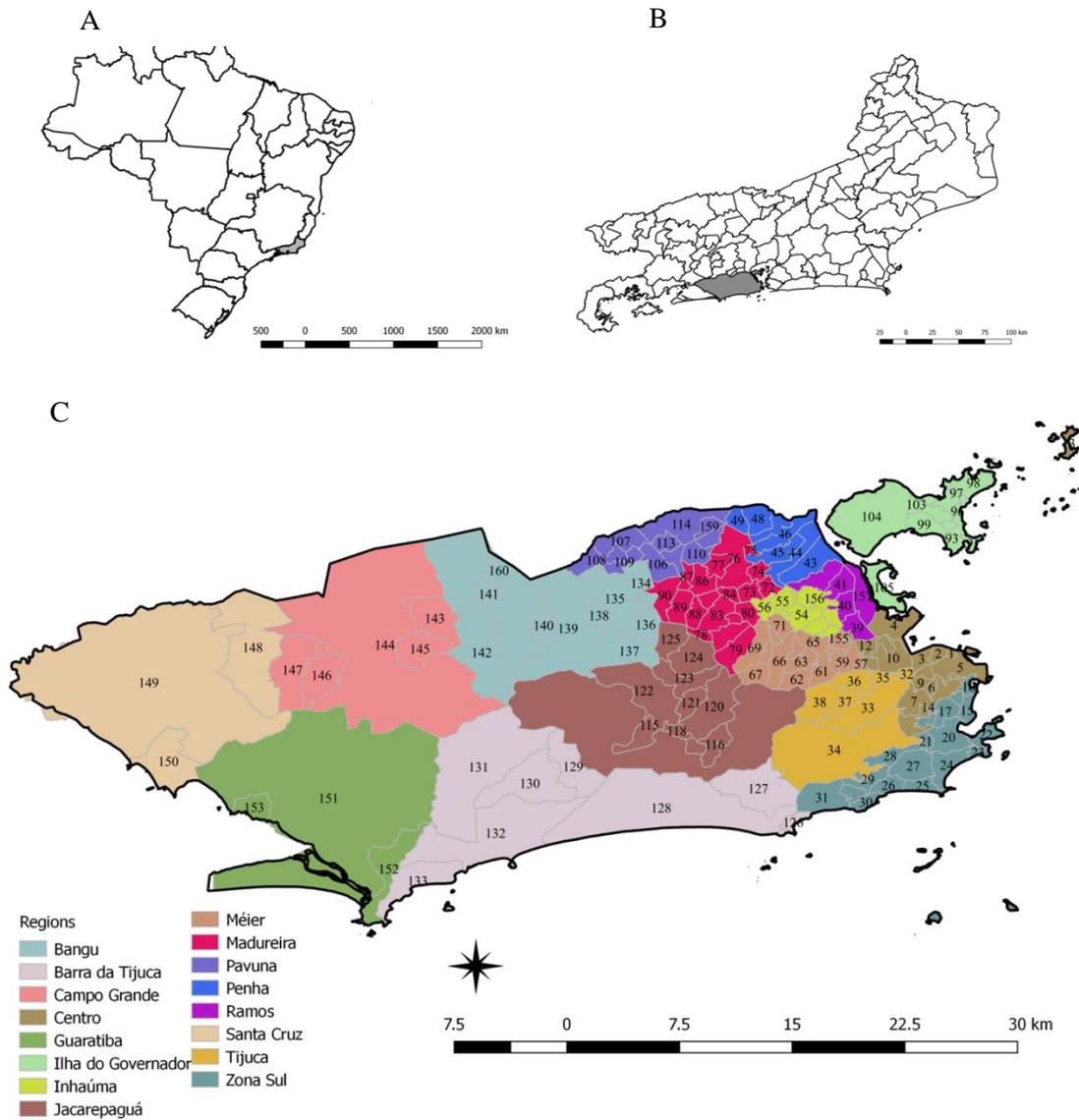
Desenho de Estudo

Para este estudo foram utilizadas duas abordagens: a) Estudo transversal para os dados espaciais de ponto para os casos residentes no município do Rio de Janeiro, Brasil, e b) Estudo ecológico para os dados de incidência da população dos bairros do município do Rio de Janeiro, Brasil.

Local, Período de Estudo e Fonte de Dados

Os padrões de difusão espacial das três arboviroses foram estudados no Município do Rio de Janeiro, Brasil, durante a epidemia ocorrida entre 2015 e 2016. O município do rio de janeiro fica localizado na região sudeste do país (latitude 22°54'10''S e longitude 43°12'27''W) (FIGURA 1).

FIGURA 1: Mapas do Brasil, estado do Rio de Janeiro e município do Rio de Janeiro com divisões por regiões de planejamento e bairros



Code Neighbourhood	Tijuca			
Centro	032 Praça da Bandeira	075 Vista Alegre	109 Ricardo de Albuquerque	126 Joá
001 Saúde	033 Tijuca	076 Irajá	110 Coelho Neto	127 Itanhangá
002 Gamboa	034 Alto da Boa Vista	077 Colégio	111 Acari	128 Barra da Tijuca
003 Santo cristo	035 Maracanã	078 Campinho	112 Barros Filho	129 Camorim
004 Caju	036 Vila Isabel	079 Quintino Bocaiúva	113 Costa Barros	130 Vargem pequena
005 Centro	037 Andaraí	080 Cavalcanti	114 Pavuna	131 Vargem Grande
006 Catumbi	038 Grajaú	081 Engenheiro Leal	159 Parque Columbia	132 Recreio dos Bandeirantes
007 Rio Comprido		082 Cascadura		133 Grumari
008 Cidade Nova	Ramos	083 Madureira	Ilha do Governador	
009 Estácio	039 Manguinhos	084 Vaz Lobo	091 Ribeira	Bangu
010 São Cristóvão	040 Bonsucesso	085 Turiaçu	092 Zumbi	134 Deodoro
011 Mangueira	041 Ramos	086 Rocha Miranda	093 Cacuia	135 Vila Militar
012 Benfica	042 Olaria	087 Honório Gurgel	094 Pitangueiras	136 Campo dos Afonsos
013 Paquetá	043 Maré	088 Oswaldo Cruz	095 Praia da Bandeira	137 Jardim Sulacap
014 Santa Teresa		089 Bento Ribeiro	096 Cocotá	138 Magalhães Bastos
158 Vasco da Gama	Méier	090 Marechal Hermes	097 Bancários	139 Realengo
161 Lapa	051 Jacaré		098 Freguesia	140 Padre Miguel
	057 São Francisco Xavier	Inhaúma	099 Jardim Guanabara	141 Bangu
Zona Sul	058 Rocha	050 Higienópolis	100 Jardim Carioca	142 Senador Camará
015 Flamengo	059 Riachuelo	052 Maria da Graça	101 Tauá	160 Gericino
016 Glória	060 Sampaio	053 Del Castilho	102 Moneró	
017 Laranjeiras	061 Engenho Novo	054 Inhaúma	103 Portuguesa	Campo Grande
018 Catete	062 Lins de Vasconcelos	055 Engenho da Rainha	104 Galeão	143 Santíssimo
019 Cosme Velho	063 Méier	056 Tomás Coelho	105 Cidade Universitária	144 Campo Grande
020 Botafogo	064 Todos os Santos	156 Complexo do Alemão		145 Senador Vasconcelos
021 Humaita	065 Cachambi	Penha	Jacarepaguá	146 Inhoaíba
022 Urca	066 Engenho de Dentro	043 Penha	115 Jacarepaguá	147 Cosmos
023 Leme	067 Água Santa	044 Penha Circular	116 Anil	
024 Copacabana	068 Encantado	045 Brás de Pina	117 Gardênia Azul	Santa Cruz
025 Ipanema	069 Piedade	046 Cordovil	118 Cidade de Deus	148 Paciência
026 Leblon	070 Abolição	047 Parada de Lucas	119 Curicica	149 Santa Cruz
027 Lagoa	071 Pilares	048 Vigário Geral	120 Freguesia (Jacarepaguá)	150 Sepetiba
028 Jardim Botânica	155 Jacarezinho	049 Jardim America	121 Pechincha	
029 Gávea			122 Taquara	Guaratiba
030 Vidigal	Madureira	Pavuna	123 Tanque	151 Guaratiba
031 São Conrado	072 Vila Kosmos	106 Guadalupe	124 Praça Seca	152 Barra de Guaratiba
154 Rocinha	073 Vicente de carvalho	107 Anchieta	125 Vila Valqueire	153 Pedra de Guaratiba
	074 Vila da Penha	108 Parque Anchieta		
			Barra da Tijuca	

Legenda: a) Mapa do Brasil com divisões por estado, estado do Rio de Janeiro em cinza; b) Mapa do Estado do Rio de Janeiro com divisões por município, município do Rio de Janeiro em cinza; c) Mapa do município do Rio de Janeiro com divisões por regiões de planejamento (cores) e por bairros (código).

Os casos de Zika, dengue e chikungunya notificados ao Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN), Ministério da Saúde do Brasil (MS) no ano de 2015 e 2016 foram utilizados. Os registros individuais foram obtidos com autorização. Foram incluídos na análise apenas casos confirmados laboratorialmente ou por critérios clínico epidemiológicos para cada uma das três arboviroses.

As malhas cartográficas digitais por bairros do município do Rio de Janeiro foram extraídas do portal de armazenamento de dados da Prefeitura do Rio de Janeiro (<http://www.data.rio/>). A população residente nos bairros foi estimada com base no censo de 2010.

Georreferenciamento

Os endereços residenciais dos casos de Zika, chikungunya e dengue foram georreferenciados usando os APIs (ferramentas informatizadas de geocodificação) *Google*

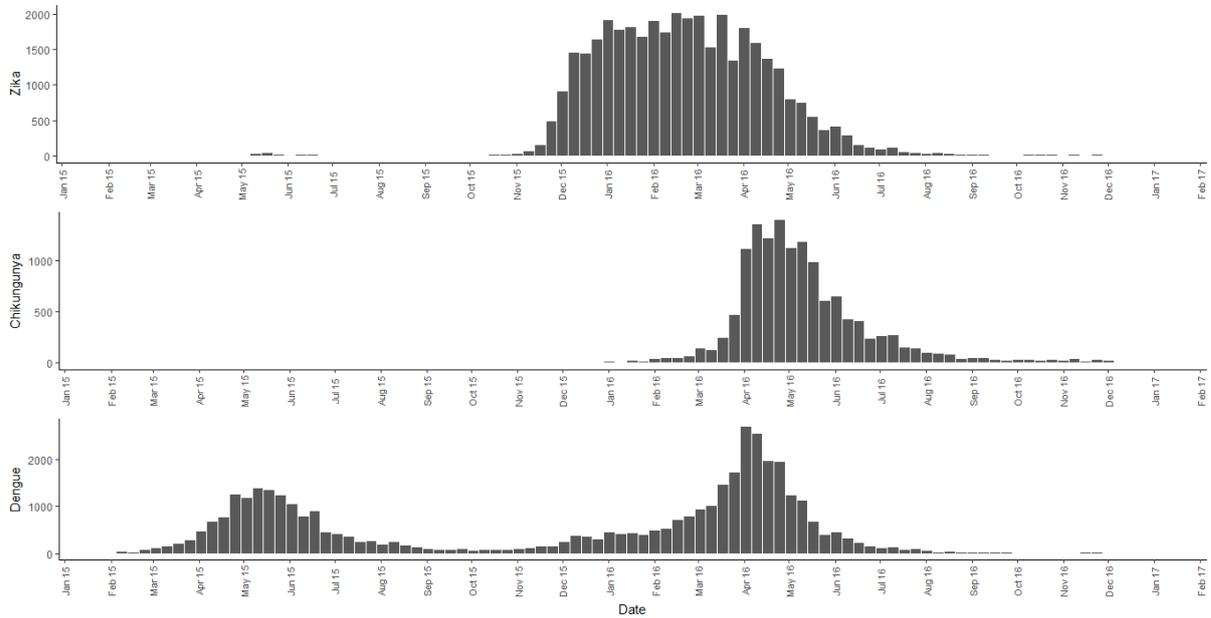
Maps e *Open Street Map* (ambos pelo plugin MMQGIS do Software QGIS), *Google Earth Pro*, *Bing* e *Batchgeo*. As coordenadas resultantes do georreferenciamento pelo *Google Maps* classificados como boa qualidade (identificação da coordenada pelo nome da rua e número) foram inicialmente incluídos. Em segundo, as coordenadas obtidas a partir do georreferenciamento pelo *Open Street Map* que obtiveram identificação das coordenadas pelo nome da rua e número foram utilizadas para as observações com dados de latitude e longitude ainda faltantes. Em terceiro, os endereços georreferenciados pelo *Google Earth Pro* foram incluídos quando ainda havia dados faltantes, e em último, o *Bing* foi utilizado para as observações que ainda não haviam adquirido coordenadas. Ao final desse processo, todas as observações de notificação de casos de infecção pelo ZIKV, DENV e CHIKV tinham coordenadas. Em seguida, uma avaliação dos dados que obtiveram coordenadas duplicadas foi feita. As observações que apresentaram grande número de duplicações (maior que 8) foram georreferenciadas pelo *Batchgeo* e incorporadas após correção.

Análise dos Dados Espaciais

Os dados de padrão pontual foram analisados pelos mapas sequenciais de Kernel e Análise do Vizinho mais Próximo. Os dados de área foram analisados pela autocorrelação global – utilizando o correlograma com o I de Moran – e pela autocorrelação local – pela análise das mudanças dos LISA no tempo.

Os mapas sequenciais de Kernel de casos das doenças foram elaborados e analisados para cada 4 (quatro) semanas epidemiológicas para as três arboviroses, divididas de acordo com as etapas de evolução das curvas epidêmicas (FIGURA 2). As análises foram feitas para os seguintes períodos: da semana epidemiológica (SE) 40 de 2015 até 39 de 2016, da SE 01 de 2015 até 40 de 2016 e da SE 44 de 2015 até 51 de 2016, para Zika, dengue e chikungunya, respectivamente. As duas epidemias de dengue ocorridas no período de estudo foram analisadas separadamente, de 01 de 2015 a 40 de 2015 para a primeira curva epidêmica e 41 de 2015 a 40 de 2016 para a segunda onda epidêmica. O estimador de densidade de Kernel é uma técnica de suavização que utiliza dados de pontos e calcula a densidade de determinado evento por unidade de área permitindo a identificação de áreas quentes (*hotspots*), áreas com grande quantidade de eventos, no mapa (BAILEY & GATRELL, 1995). Os mapas sequencias de Kernel foram confeccionados para cada quatro semanas e a análise exploratória realizada. Os mapas foram confeccionados no *Software QGIS* versão 2.18 com a utilização do complemento *Heatmap* (QGIS, 2016).

FIGURA 2: Curvas epidêmicas de Zika, chikungunya e dengue no município do Rio de Janeiro em 2015 e 2016



A segunda técnica utilizada foi proposta por Lee e colaboradores (LEE et al., 2014) onde a variação da razão do vizinho mais próximo (NNI, sigla do inglês *Nearest Neighbour Index*) calculada cumulativamente é analisada quando cada ponto é adicionado no tempo durante o período de estudo. A análise do vizinho mais próximo é realizada uma comparação entre a distância média observada entre cada ponto e todos os seus vizinhos mais próximos e a distância média esperada entre os pontos dos vizinhos mais próximos em situação de aleatoriedade espacial (ROSSBACHER, 1986). Lee e colaboradores propuseram uma técnica onde primeiramente a variação da razão do vizinho mais próximo é analisada quando cada ponto é adicionado no tempo durante o período de estudo. A curva resultante desta variação é ajustada a uma curva de regressão que melhor se adequa a sua distribuição. A distribuição dos valores no gráfico é ajustada a um grupo de curvas matemáticas construídas para identificar qual a melhor se aproxima dessa distribuição. O melhor ajuste (*goodness-of-fit*) foi avaliado pelo R^2 , coeficiente de determinação, e irá inferir sobre o modelo de difusão espacial. Através de simulações, foi identificado que a curva inversa ou a curva S se ajustam melhor ao padrão de difusão do tipo expansão e a curva cúbica indica um padrão de difusão hierárquico (LEE et al., 2014). Para a análise desta estatística foram utilizados os pacotes *sp* e *SpatialEco* do R software.

Os correlogramas de autocorrelação global segundo *lags* espaciais foram calculados e interpretados de acordo com o proposto por Lam e colaboradores (LAM et al., 2010). O I de Moran global foi a estatística utilizada para representar a autocorrelação espacial das taxas de incidência. A autocorrelação espacial é referente à associação de uma variável em relação a sua localização. A medida mais utilizada para calcular a autocorrelação espacial é o I de Moran. Esta estatística varia de -1 a 1, sendo que uma estatística é positiva, quando áreas próximas têm atributos similares, negativa quando os valores atribuídos não são similares, e próxima a zero quando os valores estão arrumados aleatoriamente no espaço, indicando independência espacial (LAM et al., 1996). A escala espacial é definida por uma matriz de adjacência ou por uma matriz de distância. A condição de vizinhança espacial foi definida neste estudo por uma matriz de adjacência W_{ij} . Os correlogramas espaciais são diagramas que mostram a autocorrelação espacial no eixo Y e a escala espacial, ou a distância (*lag*), onde a autocorrelação é computada no eixo X. Quando comparamos esse correlograma espacial pelo tempo, o padrão de difusão espacial é revelado. Se os correlogramas calculados apresentarem declínio conforme os *lags* vão se afastando, o padrão de difusão espacial indicado é de expansão. As curvas que apresentarem declínio e posterior aumento após alguns *lags*, apresentando um formato em “V”, indicam um processo de difusão hierárquico (LAM et al., 1996). O pacote *spdep* no R *Software* foi utilizado para a realização desta análise.

Por último, a identificação do padrão de difusão espacial também se baseou na análise das mudanças da autocorrelação local (LISA) com o método proposto por Cohen e Tita (COHEN & TITA, 1999). Para realização desta técnica foram calculadas as estimativas de LISAs para cada 4 (quatro) semanas epidemiológicas (semelhante às utilizadas nas análises de Kernel). Os indicadores de autocorrelação local chamados de LISA, *Local Indicators of Spatial Association*, para cada observação fornece a indicação de aglomerados espaciais de valores similares ao redor de uma observação. Desta forma, o LISA irá comparar a taxa de incidência de uma unidade com a taxa média dos seus vizinhos e verifica se essa semelhança é estatisticamente significativa. Sendo estatisticamente significativa, há indicação de autocorrelação espacial (ANSELIN, 1995). Cohen e Tita em 1999 propuseram que os padrões de difusão espacial poderiam ser detectados através da observação de mudanças do LISA no tempo (COHEN & TITA, 1999). Inicialmente os valores de LISA para cada par, composto por um determinado local e seus vizinhos, são avaliados segundo a ocorrência de aglomeração local, e a ocorrência dos pares são identificadas segundo as indicações: LL (LOW-LOW) - Local com valor do atributo abaixo da média e vizinhos com valores abaixo da média; LH (LOW-HIGH) - Local com valor do atributo abaixo da média e vizinhos com valores acima da

média; HH (HIGH – HIGH) - Local com valor do atributo acima da média e vizinhos com valores acima da média ; e, HL (HIGH – LOW) - Local com valor do atributo acima da média e vizinhos com valores abaixo da média. Este processo é repetido para as sucessivas observações ao longo do tempo e então as mudanças ocorridas nos níveis de associação espacial entre cada observação e seus vizinhos ao longo do período de estudo são verificadas. Essas mudanças indicam o padrão de difusão espacial ocorrido. Para a realização desta análise foi utilizado o *Software GeoDa* versão 1.18.14 (ANSELIN, 2016).

Aspectos Éticos

Este projeto foi desenvolvido de acordo com as diretrizes da Resolução 466 de dezembro de 2012 que trata de pesquisas envolvendo seres humanos, foi submetido ao Comitê de Ética da Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca da FIOCRUZ e autorizado pelo CAAE de nº 85031718.2.0000.5240, parecer nº 2.580.613 de 04 de abril de 2018.

RESULTADOS

Georreferenciamento

Inicialmente, as duplicações e observações de indivíduos com notificação de residência fora do município do Rio de Janeiro foram retirados. Após georreferenciamento foram identificadas ainda localidades fora do mapa do município em referência e excluídas. Dentre as observações georreferenciadas, 573 observações de casos de Zika, 156 de casos de chikungunya e 501 de casos de dengue estavam fora do município do Rio de Janeiro e eram principalmente pertencentes ao município de Niterói e à região da Baixada Fluminense, vizinhos ao município do Rio de Janeiro. Informações com datas de início de sintomas fora do período de estudo também foram retirados (FIGURA 3). A proporção dos casos georreferenciados por API encontra-se na TABELA 1.

FIGURA 3: Georreferenciamento dos casos notificados pelo Ministério da Saúde do Brasil de febre por Zika, chikungunya e dengue

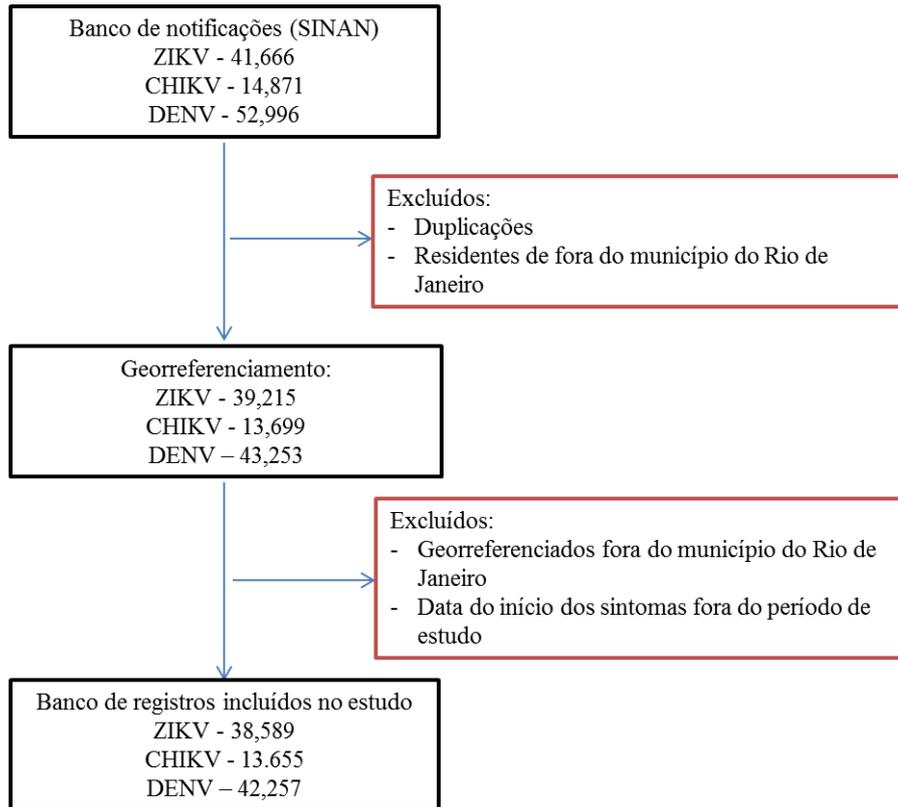


TABELA 1: Casos de Zika, chikungunya e dengue georreferenciados por API

Método de Geocodificação	Zika		Chikungunya		Dengue	
	n	%	n	%	N	%
Google Maps	8.116	21,0	2.276	16,7	3.912	9,2
Open Street Map	26	0,1	10	0,1	119	0,3
Google Earth Pro	22.827	59,1	9.239	67,6	30.769	72,8
Bing	7.397	19,2	2.130	15,6	7.425	17,6
Batchgeo	223	0,6	-	-	32	0,1
TOTAL	38.589	100,00	13.655	100,00	42.257	100,00

Nas notificações de infecções pelo ZIKV, 203 observações no banco não tinham nome de rua e foram georreferenciadas pelo bairro e 1283 não tinham informações de número da casa e foram georreferenciadas pelo nome da rua.

Para infecções pelo CHIKV, 20 observações não continham o nome de rua e foram georreferenciadas pelo bairro e 292 não continham informações de número da casa e foram georreferenciadas pelo nome da rua. Chikungunya foi a que apresentou o menor número de duplicações, localizadas em comunidades do Rio de Janeiro, não havendo bom retorno no *Batchgeo*.

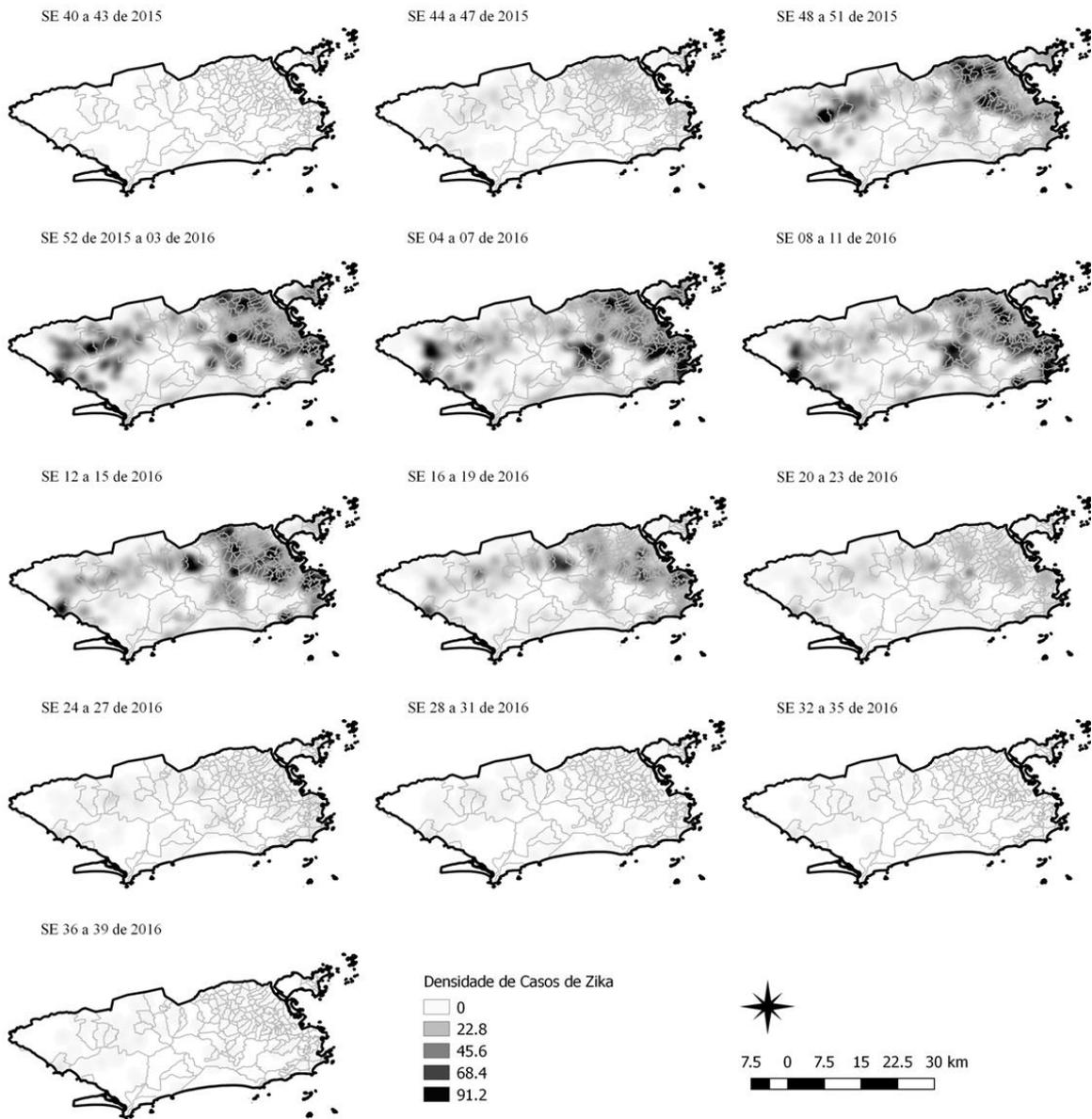
Para dengue, 190 observações não continham nome de rua e foram georreferenciadas pelo bairro, 59 não continham informação de nome de rua nem de bairro e foram georreferenciadas pelo município e 1074 não continham informação de número da casa e foram georreferenciadas apenas pelo nome da rua.

Análise de dados de Ponto

Os mapas sequenciais de Kernel foram feitos para cada 4 (quatro) SE de cada doença em estudo e analisados visualmente segundo as regiões de planejamento do município em estudo (FIGURA 4 a FIGURA 7).

Os mapas sequenciais de Zika apresentam uma intensidade maior de casos entre as SEs de 48 de 2015 a 19 de 2016. No início do período analisado, período das SEs de 44 a 47 de 2015, observam-se áreas com pouca intensidade principalmente na região norte. Nas semanas seguintes a intensidade aumenta, sendo observados *hotspots* na região dos bairros das regiões de planejamento da Pavuna, Penha e Madureira. Nas SEs de 52 de 2015 a 03 de 2016 a intensidade permanece forte na região dos bairros de Paciência e Irajá e diminui na região da Pavuna. Há o surgimento de áreas com maior intensidade em Sepetiba, Praça Seca, Rocinha e região abrangendo a região de planejamento Centro. O período das SEs de 04 a 07 de 2016, referente ao pico da curva epidêmica, a intensidade ainda permanece alta nas regiões de Sepetiba, Rocinha e na área que engloba os bairros do Flamengo, Catete, Santa Teresa, Rio Comprido, Estácio e Tijuca. As regiões dos bairros da Penha e de Santa Cruz aumentam de intensidade. Na região de Jacarepaguá, a alta intensidade de casos salta da região da Praça Seca indo para a região da Taquara, mas permanecendo na mesma área de planejamento. A região entre os bairros de Copacabana e Botafogo também passa a apresentar um aumento de intensidade. Na SE de 08 a 11 de 2016, as regiões de Sepetiba, Taquara, Rocinha, Copacabana, Botafogo e do Centro permanecem fortes. Na região mais ao Norte do estado os *hotspots* ficam mais evidentes da Penha até Bonsucesso e volta a ter maior intensidade na Pavuna e a região de Santa Cruz perde intensidade. Nas SEs de 12 a 15 de 2016 fica mais evidente o declínio de casos. A partir desse período a intensidade de casos diminui em todo o município. Como pode ser observado, a doença em questão apresenta manutenção da doença em determinadas áreas com expansão para suas áreas de vizinhança, indicando um padrão de difusão por expansão.

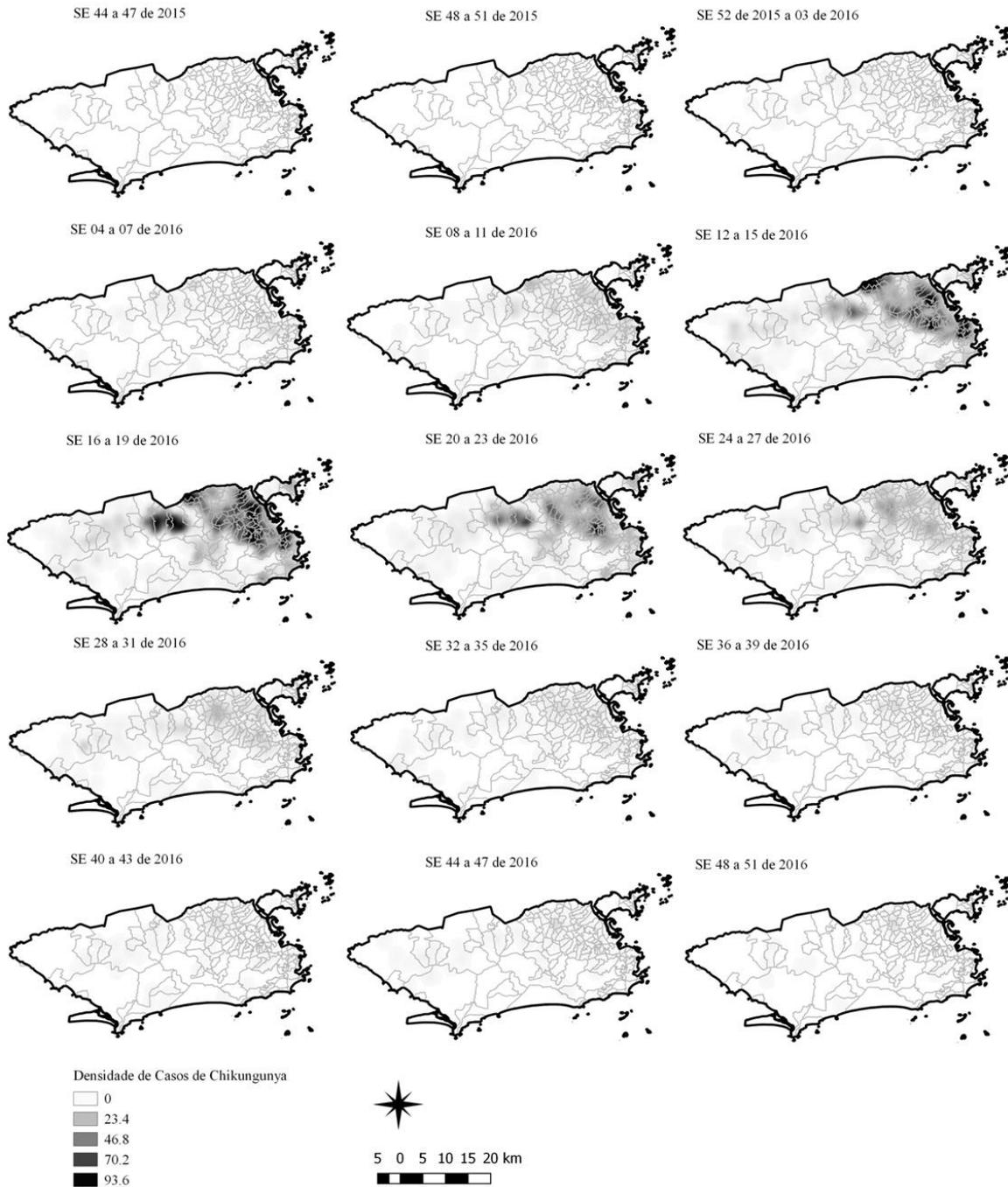
FIGURA 4: Mapas sequenciais de Kernel para Zika para o período das semanas epidemiológicas de 40 de 2015 a 39 de 2016



Pelos mapas sequenciais de chikungunya, a visualização de uma intensidade maior de casos tem início no período das semanas 04 a 07 de 2016 principalmente na área que inclui os bairros das áreas de planejamento do Centro até Pavuna. *Hotspots* aparecem no período das SEs de 12 a 15 de 2016 nas regiões dos bairros de Anchieta, Engenho novo, Complexo do Alemão e do Centro. Nas SEs de 16 a 19 de 2016, que apresentam a maior quantidade de casos, apresentam *hotspots* nas mesmas regiões das semanas anteriores e há um aumento de intensidade nas áreas de planejamento de Bangu, Madureira e Penha. Nas semanas de 20 a 23 de 2016 a intensidade de casos diminui, mas mantendo certa intensidade na região do Jacaré e intensidade menor em Realengo e Olaria. Nas semanas seguintes não apresenta intensidade de

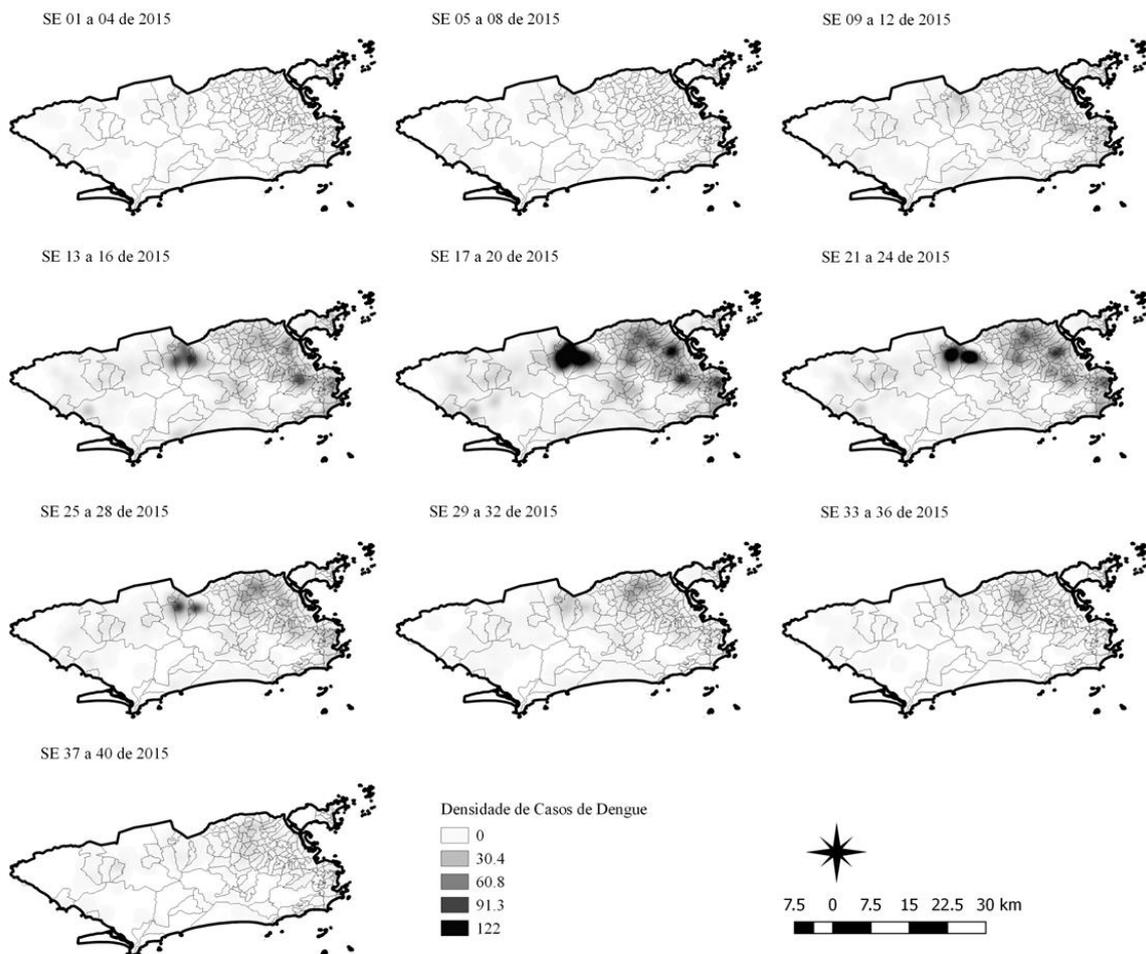
casos relevante. Como conclusão, uma expansão de casos restritos a determinadas áreas pode ser observada, indicando um padrão de difusão do tipo expansão.

FIGURA 5: Mapas sequenciais de Kernel para chikungunya para o período das semanas epidemiológicas de 44 de 2015 a 51 de 2016



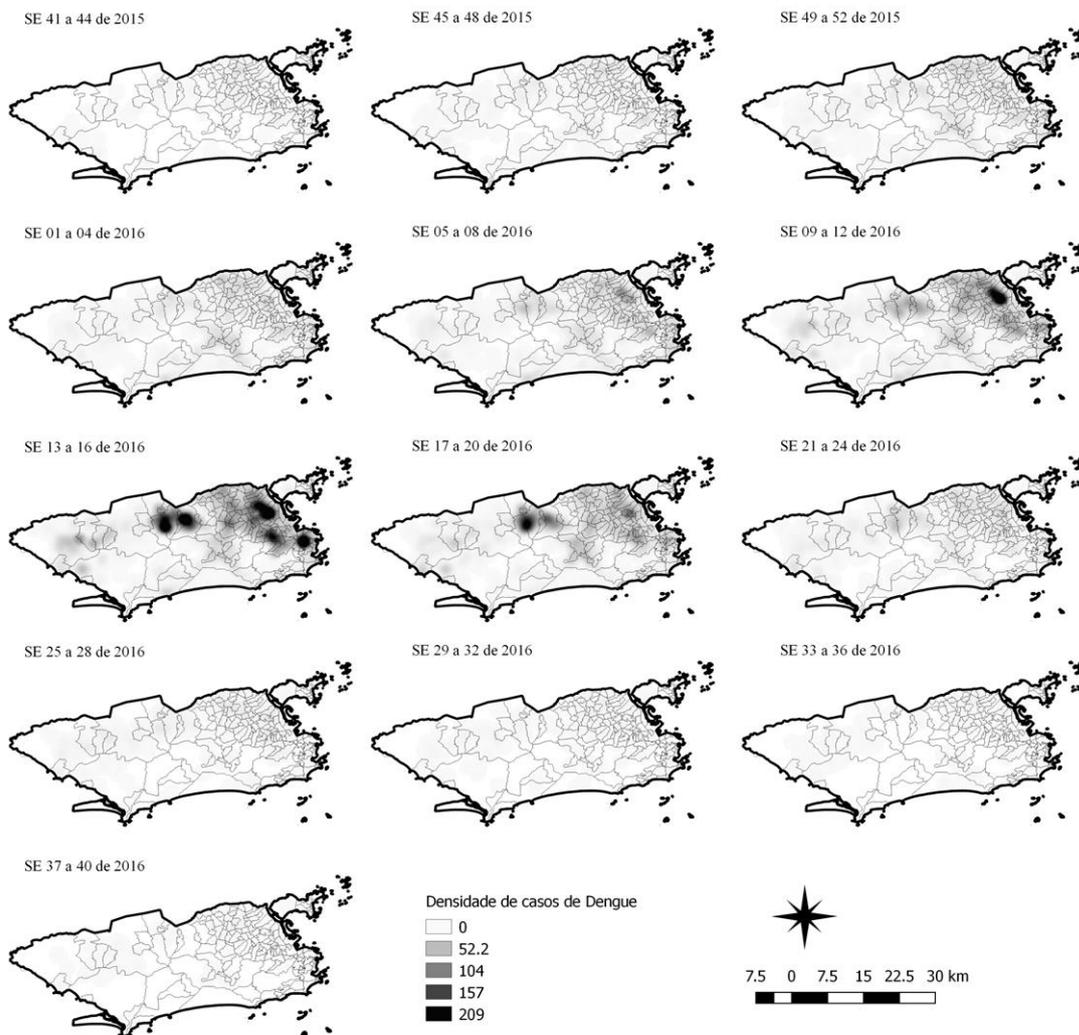
Os mapas sequenciais para a primeira curva epidêmica de dengue mostra que a intensidade de casos ocorre a partir do período da semana 13 a 16 de 2015, com intensidade moderada na região de Realengo e Vila Isabel. Nas SE 17 a 20 de 20105, pico da curva epidêmica, a presença de *hotspots* ocorre na região englobando os bairros da região de Planejamento de Bangu e nas regiões do Complexo do Alemão e Vila Isabel e, com menor intensidade, na região do Centro. Nas semanas de 21 a 24 de 2015 há concentração de *hotspots* na região de planejamento de Bangu. Nas semanas seguintes pode-se observar uma redução de intensidade em todos os locais. Após a análise visual dos mapas sequenciais de kernel referentes a primeira curva epidêmica, não há identificação de saltos da doença, indicando um padrão de expansão.

FIGURA 6: Mapas sequenciais de Kernel para dengue para o período das semanas epidemiológicas de 01 de 2015 a 40 de 2015



Na segunda curva epidêmica de dengue a intensidade de casos começa a ser observada no período das SEs de 05 a 08 de 2016 na região da Penha, porém ainda com intensidade baixa. Esta intensidade aumenta bastante na semana seguinte, de 09 a 12 de 2016, na região da Penha até Bonsucesso. Na semana de 13 a 16 de 2016, período de pico da curva epidêmica, *hotspots* são observados na região de Realengo, Bangu, Vila Isabel, Engenho Novo, Centro, e região da Penha até Inhaúma. Nas semanas seguintes a intensidade de casos diminui em quase todo o município ficando concentrada apenas na região de Bangu e Senador Camará. Nas semanas seguintes a intensidade de casos diminui em todo o município. Como conclusão, não são observados saltos de intensidade dos casos, indicando um padrão de expansão.

FIGURA 7: Mapas sequenciais de Kernel para dengue para o período das semanas epidemiológicas de 41 de 2015 a 40 de 2016

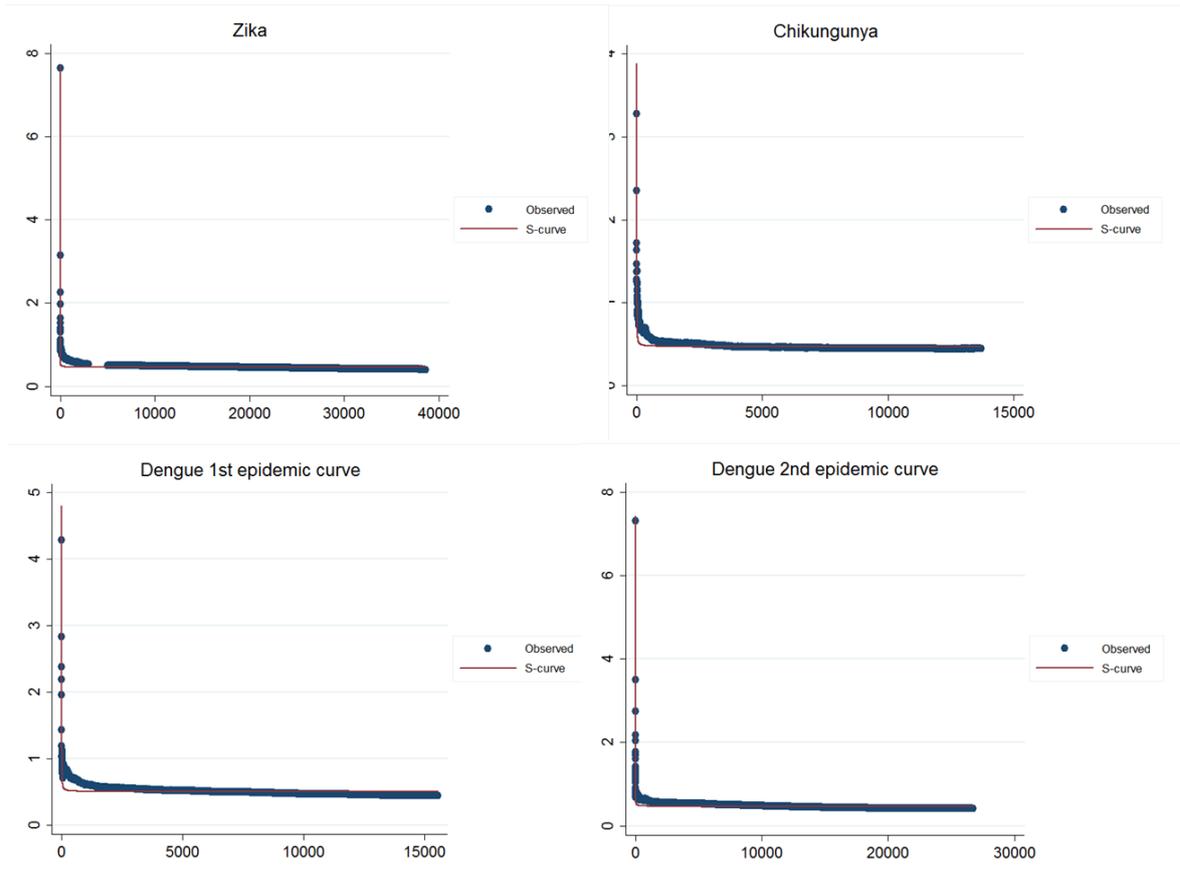


Os resultados encontrados para a variação da razão do vizinho mais próximo acumulado com relação ao tempo para Zika, chikungunya e dengue primeira e segunda curvas epidêmicas e segundo proposta metodológica de Lee e colaboradores, indicam um padrão de difusão do tipo expansão para todas as doenças. Dentre as curvas que indicam um padrão de difusão espacial, a curva S foi a que apresentou maior R^2 (TABELA 2, FIGURA 8).

TABELA 2: Coeficientes de determinação de modelos de regressão testados para variação da razão do vizinho mais próximo acumulado em relação ao tempo para Zika, chikungunya e dengue, Rio de Janeiro, 2015-2016

Doença	Função Inversa	Função Cúbica	Curva S
Zika	0,462	0,567	0,986
Chikungunya	0,648	0,569	0,989
Dengue 1ª curva epidêmica	0,478	0,685	0,984
Dengue 2ª curva epidêmica	0,550	0,564	0,984

FIGURA 8: Curva resultante de melhor ajuste para a curva de regressão gerada pela variação do vizinho mais próximo acumulada no tempo para Zika, chikungunya, dengue primeira curva epidêmica e dengue segunda curva epidêmica



Os resultados para as variações do LISA no tempo sugerem um padrão de difusão espacial por **expansão** para ZIKV e DENV em ambas as CE e **hierárquico** para CHIKV (TABELA 3).

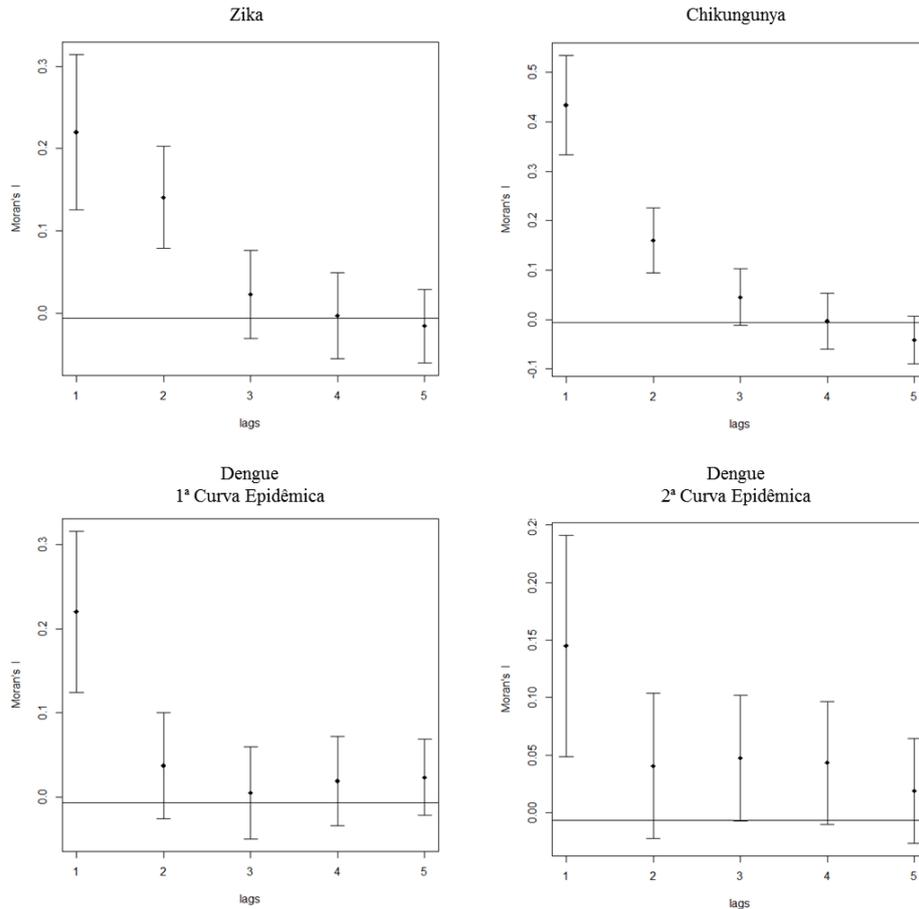
TABELA 3: Frequência de mudanças do índice de autocorrelação local do LISA para as taxas de incidência de febre Zika, chikungunya e dengue nos bairros do Rio de Janeiro, 2015-2016

Padrão	Zika		Chikungunya		Dengue 1ª curva epidêmica		Dengue 2ª curva epidêmica	
	n	%	N	%	n	%	n	%
Expansão	11	61	11	34	13	57	10	56
Hierárquico	7	39	21	66	10	43	8	44
Total	18	100	32	100	23	100	18	100

A partir dos correlogramas realizados para ZIKV, CHIKV e DENV, observa-se um declínio no I de Moran bem acentuado após o segundo *lag* espacial. Pode-se observar no gráfico para ZIKV e CHIKV que esse padrão de queda permanece evidente até o quinto *lag* espacial.

Em ambos os gráficos para as duas epidemias de dengue ocorre uma estabilização do I de Moran após o terceiro *lag* espacial, ainda assim sugerindo um padrão de difusão por **expansão** (FIGURA 9).

FIGURA 9: Correlogramas do índice de Moran global para taxa de incidência de febre Zika, chikungunya e dengue nos bairros do Rio de Janeiro, 2015-2016



Como conclusão do conjunto de técnicas usadas, pode-se afirmar que o padrão de difusão espacial das três arboviroses durante as epidemias de 2015 e 2016 foi provavelmente o modelo de difusão por expansão.

DISCUSSÃO

O padrão de difusão espacial de expansão para febre por Zika, chikungunya e dengue foi sugerido a partir dos resultados dos mapas sequenciais de Kernel, da variação do NNI em

relação ao tempo, do correlograma de autocorrelação espacial e das mudanças do LISA com relação ao tempo para o município do Rio de Janeiro no período de 2015-2016.

O período de estudo abarcado neste projeto compreendeu duas ondas epidêmicas de Dengue, pois, mesmo sendo duas epidemias distintas, as duas epidemias de dengue coexistiram com as epidemias de Zika e chikungunya. Esta abordagem possibilitou o estudo do padrão de difusão da dengue em um cenário onde há indicação de má classificação de casos, realizando uma comparação das duas epidemias. Nossos resultados indicam que não houve mudança no padrão de difusão nas duas ondas de dengue estudadas e com os achados para Zika e chikungunya.

Problemas relacionados à notificação dos casos de Zika, chikungunya e dengue no Brasil foram relatados por diversos estudos. Ainda que o Ministério da Saúde do Brasil só tenha passado a notificar casos de Zika em abril de 2015 (BRASIL, 2017), a presença de ZIKV no Brasil foi identificada em 2013 (METSKY et al., 2017; PASSOS et al., 2017). Segundo Brito e colaboradores, muitos casos de Zika foram notificados como dengue em 2015 (BRITO & CORDEIRO, 2016) e segundo Teixeira e colaboradores muitos casos de chikungunya foram notificados como DENV em 2014 (TEIXEIRA et al., 2015). Além disso, há o relato de subnotificação de casos por DENV nos dados divulgados pelo Ministério da Saúde do Brasil (SILVA et al., 2016). A má classificação de casos também foi descrita em um estudo no Gabão, África Central, onde a presença de ZIKV foi identificada durante epidemia de casos por DENV e CHIKV em 2007, antes do início das notificações de Zika (GRARD et al., 2014).

As definições de caso usadas quando a epidemia de Zika chega ao Brasil foram revisadas e concluiu-se que elas podem ter influenciado a má classificação dos casos no período de estudo, visto que durante uma epidemia não se realizavam exames laboratoriais de todos os casos. Braga e colaboradores em 2017 indicam que a definição de casos utilizada pelo Ministério da Saúde do Brasil para Zika não apresentava boa especificidade e sensibilidade (BRAGA et al., 2017).

Uma subnotificação de casos pode ter ocorrido devido a algumas infecções por ZIKV, DENV e CHIKV serem assintomáticas (IOOS et al., 2014) e em virtude da má classificação devido aos sintomas clínicos iniciais das três arboviroses serem semelhante (PAIXAO, TEIXEIRA & RODRIGUES, 2018).

Nos mapas de densidade de kernel observa-se que algumas regiões são mais afetadas por determinadas doenças que outras. As regiões próximas aos bairros de Sepetiba e Rocinha apresentam uma alta intensidade de casos por ZIKV e baixa pelos demais vírus. Já os bairros de Realengo, Padre Miguel e Bangu apresentam alta intensidade de casos de chikungunya e

dengue, e não de Zika. A região norte do município é fortemente acometida pelas três doenças, sendo a área que compreende o bairro da Pavuna a que apresenta maior densidade de casos de Zika, a região próxima a Anchieta, vizinho a Pavuna, de chikungunya e da Penha de dengue. A análise dos mapas sequenciais de Kernel indica a difusão espacial por expansão para as três arboviroses.

Uma particularidade comum aos bairros citados como de alta intensidade de casos remete-se ao fato de serem locais caracterizados por padrão socioeconômico mais baixo. Uma relação positiva entre nível socioeconômico baixo e alto risco de dengue foi identificada no estado de São Paulo (FARINELLI et al., 2018) e de Zika no estado da Bahia (NETTO et al., 2017).

A utilização de mapas sequenciais de Kernel é amplamente utilizada nos estudos sobre dengue no Brasil (BARRETO et al., 2008; MELO et al., 2010; MORATO et al., 2015). O padrão de difusão por expansão foi encontrado por Barreto e colaboradores em 2008 e Melo e colaboradores em 2010, enquanto o padrão misto foi sugerido por Morato e colaboradores em 2015 (MORATO et al., 2015). Embora os mapas de densidade de Kernel sejam uma análise visual, esta etapa descritiva é importante para a observação de como a distribuição das doenças ocorreu no espaço e tempo, sendo uma abordagem inicial. Porém, considerando sua alta subjetividade na identificação do padrão de difusão espacial por meio dessa técnica, métodos mais empíricos foram utilizados.

As análises da variação do NNI no tempo, os correlogramas de autocorrelação espacial e as modificações do LISA com relação ao tempo realizadas indicam o padrão de difusão espacial de expansão para as três arboviroses, com exceção da variação do LISA em função do tempo para CHIKV que sugere o padrão hierárquico. Desta forma, sugerimos que o padrão de difusão das três arboviroses no contexto da tríplice epidemia tenha sido de expansão. Com essa identificação é possível reconhecer características vinculadas à dinâmica da doença. Segundo Cromley e McLafferty, 2012, o processo de expansão ou por contágio reflete uma interação humana localizada, do indivíduo com seus vizinhos. Neste caso podendo estar relacionada também à população de vetores. Já o processo hierárquico refletiria uma movimentação de indivíduos, como eles interagem, se locomovem, suas conexões sociais e de transporte (CROMLEY & MCLAFFERTY, 2012). Características como fatores ambientais, fatores relacionados a vetores, rede de conexão de pessoas e proporção de susceptíveis e infectados devem ser melhor estudadas para um maior entendimento desse resultado. A importância das interações pelas conexões de rede no processo de difusão espacial é amplamente descrita

(CLIFF et al., 1981; SAINT-JULIEN, 2007). A região do município do Rio de Janeiro é amplamente conectada por rodovias e ferrovias, favorecendo a expansão das três arboviroses.

Características dos locais de origem e destino da transmissão vinculadas ao vetor, densidade populacional e nível socioeconômico estão relacionadas aos fatores relativos à transmissão local de dispersão do ZIKV (GARDNER et al., 2018). Sabe-se que o principal vetor responsável pela transmissão das três arboviroses no Brasil, *Aedes aegypti*, pode ser coinfestado pelos 3 vírus em questão e que podem transmiti-los simultaneamente. Ruckert e colaboradores em 2017 verificaram que mosquitos coinfestados por ZIKV e CHIKV apresentam uma menor carga viral de ZIKV (RUCKERT et al., 2017). Isto indica a necessidade de mais estudos para verificar se o fato de certas regiões serem mais afetadas por um vírus do que por outro se deve à capacidade vetorial.

Este estudo teve como escopo a identificação do padrão de difusão de Zika, chikungunya e dengue no contexto da tríplice epidemia no município do Rio de Janeiro de 2015-2016. Desta forma, buscamos reconhecer um modelo para identificar características da dinâmica de uma doença, identificando padrões na perspectiva de predição de um modelo. Tendo o intuito de auxiliar no surgimento de novas hipóteses e de colaborar para a elaboração de programas de prevenção mais acurados (CLIFF et al., 1981). Não foi objeto desse projeto abordar fatores relevantes para a explicação de um modelo de transmissão da doença como relacionada aos aspectos imunológicos dos indivíduos, aos vetores responsáveis pela transmissão das doenças em questão, fatores ambientais e climáticos.

Uma limitação importante neste trabalho está relacionada à qualidade dos endereços georreferenciados. Alguns endereços foram georreferenciados pelo nome da rua, resultando em coordenadas no meio de uma rua. Este fato ocorreu principalmente em comunidades carentes. Sabe-se que nesses locais há um endereço principal que inclui subdivisões em becos, casas e apartamentos. As APIs utilizadas e a busca individual desses endereços não conseguiram captar essa subdivisão, por não ser uma divisão oficial do município. Clusters foram observados nos locais onde este fato ocorreu e, assim, os autores concluíram que não houve influência sobre os resultados das análises.

A existência de 4 sorotipos de DENV não foi levada em consideração neste trabalho. As suas diferenças relacionadas à sintomatologia causada, resposta imune nos indivíduos e consequente potencial de transmissão podem gerar diferenças no padrão de difusão sugerido como resultado deste trabalho.

Os correlogramas são gráficos que demonstram o comportamento das autocorrelações espaciais da taxa de incidência (variável utilizada neste estudo) ao longo de uma ordem de

vizinhança. A vizinhança foi definida por uma matriz de adjacências e os correlogramas foram confeccionados com 5 *lags* espaciais, até os vizinhos de quinta ordem. A análise foi realizada assumindo um maior número de *lags* espaciais, mas não houve alteração no padrão de difusão encontrado. Os resultados obtidos com este método corroboraram com os achados nas demais análises.

O método baseado nas modificações do LISA retornou uma proporção baixa de frequências com significância estatística e não obteve grande diferença nas frequências para detecção do processo de difusão espacial para a maioria das doenças, devendo ser analisados com cautela.

A análise do vizinho mais próximo com relação ao tempo é considerada a análise mais formal para a detecção do padrão de difusão espacial. Os achados encontrados neste estudo de difusão espacial por expansão corroboram com o encontrado para dengue em Taiwan (LEE et al., 2014).

Concluiu-se que o padrão de difusão espacial do tipo expansão para as epidemias de Zika, chikungunya e dengue no contexto da tríplice epidemia no período de 2015-2016 no município do Rio de Janeiro, Brasil, e apresentam os locais mais afetados pelas doenças. Esse achado visa auxiliar na elaboração de programa de controle mais efetivos assim como a elaboração de novos estudos para preencher lacunas existentes sobre a dinâmica das três arboviroses.

REFERÊNCIAS

ANSELIN L. Geographical Analysis, Ohio State University Press, 1995, Vol. 27, No. 2.

ANSELIN L. GeoDa 1.8.14 User's guide. Spatial Analysis Laboratory (SAL): Department of Agricultural and Consumer Economics, University of Illinois, Urbana-Champaign, IL, 2016.

ARAÚJO T.V.B.D., XIMENES R.A.D.A., MIRANDA-FILHO D.D.B., et al. Association between microcephaly, Zika virus infection, and other risk factors in Brazil: final report of a case-control study. *The Lancet Infectious Diseases* 2018; 18:328-336.

BAILEY T.C., GATRELL A.C. Interactive spatial data analysis. 1995.

BARRETO F.R., TEIXEIRA M.G., COSTA M.D.C.N., et al. Spread pattern of the first dengue epidemic in the city of Salvador, Brazil. *BMC Public Health* 2008; 8:51-51.

BRAGA J.U., BRESSAN C., DALVI A.P.R., et al. Accuracy of Zika virus disease case definition during simultaneous Dengue and Chikungunya epidemics. *PLoS One* 2017.

BRASIL M.D.S. Preparação e resposta à introdução do vírus Chikungunya no Brasil. 2014

BRASIL M.D.S. Boletim Epidemiológico - Monitoramento dos casos de dengue, febre de chikungunya e febre pelo vírus Zika até a Semana Epidemiológica 52, 2016. Volume 48. 2017

BRITO C.A.A.D., CORDEIRO M.T. One year after the Zika virus outbreak in Brazil: from hypotheses to evidence. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical* 2016; 49:537-543.

CAUCHEMEZ S., BESNARD M., BOMPARD P., et al. Association between Zika virus and microcephaly in French Polynesia, 2013-15: a retrospective study. 2016.

CLIFF A.D., HAGGETT P. Spatial aspects of epidemic control. *Progress in Human Geography* 1989; 13:315-347.

CLIFF A.D., HAGGETT P., J.K.ORD, et al. *Spatial Diffusion: An Historical Geography of Epidemics in an Island Community*. Cambridge University Press, 1981.

COHEN J, TITA G. Diffusion in homicide: Exploring a general method for detecting spatial diffusion processes. *J Quant Criminol* 1999; 15(4):451-493.

CROMLEY E.K., MCLAFFERTY S.L. *GIS and Public Health*. 2012.

FARINELLI E.C., BAQUERO O.S., STEPHAN C., et al. Low socioeconomic condition and the risk of dengue fever: A direct relationship. *Acta tropica* 2018.

FLETCHER-LARTEY S.M., CAPRARELLI G. Application of GIS technology in public health: successes and challenges. *Parasitology* 2016; 143:401-15.

GARDNER L.M., BÓTA A., GANGAVARAPU K., et al. Inferring the risk factors behind the geographical spread and transmission of Zika in the Americas. *PLoS Neglected Tropical Diseases* 2018; 12:e0006194.

GRARD G., CARON M., MOMBO I.M., et al. Zika Virus in Gabon (Central Africa) – 2007: A New Threat from *Aedes albopictus*? *PLoS Neglected Tropical Diseases* 2014; 8:e2681.

IOOS S., MALLET H.P., LEPARC GOFFART I., et al. Current Zika virus epidemiology and recent epidemics. *Med Mal Infect* 2014.

JONES K.E., PATEL N.G., LEVY M.A., et al. Global trends in emerging infectious diseases. *Nature* 2008; 451:990-3.

LAM N.S.F., M.; LIU, K. . Spatial-Temporal Spread of the AIDS Epidemic, 1982-1990: A Correlogram Analysis of Four Regions of the United States. *Geographical Analysis* 1996; v. 28:93-107.

LEE J., LAY J.-G., CHIN W.C.B., et al. An Experiment to Model Spatial Diffusion Process with Nearest Neighbor Analysis and Regression Estimation. *International Journal Of Applied Geospatial Research* 2014; v. 5:1-15.

MELO M.S.S., BARRETO F.R., COSTA M.D.C.N., et al. Progression of the dengue virus circulation in the state of Bahia, 1994-2000 [in Portuguese]. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical* 2010; 43:139-144.

METSKY H.C., MATRANGA C.B., WOHL S., et al. Zika virus evolution and spread in the Americas. *Nature* 2017.

MORATO D.G., BARRETO F.R., BRAGA J.U., et al. The spatiotemporal trajectory of a dengue epidemic in a medium-sized city. *Memorias do Instituto Oswaldo Cruz* 2015; 110:528-533.

MURTHY S., KEYSTONE J., KISSOON N. Infections of the developing world. *Crit Care Clin* 2013; 29:485-507.

NETTO E.M., MOREIRA-SOTO A., PEDROSO C., et al. High Zika Virus Seroprevalence in Salvador, Northeastern Brazil Limits the Potential for Further Outbreaks. *Mbio* 2017.

PAIXAO E.S., TEIXEIRA M.G., RODRIGUES L.C. Zika, chikungunya and dengue: the causes and threats of new and re-emerging arboviral diseases. *BMJ Global Health* 2018.

PAN AMERICAN HEALTH ORGANIZATION P., WORLD HEALTH ORGANIZATION W. Epidemiological Update, Zika Virus Infection, 16 October 2015 Disponível: http://www.paho.org/hq/index.php?option=com_docman&task=doc_view&Itemid=270&gid=32021=en&lang=en [Último acesso: 26 May 2018, 2018], 2015.

PASSOS S.R.L., SANTOS M.A.B.D., CERBINO-NETO J., et al. Detection of Zika Virus in April 2013 Patient Samples, Rio de Janeiro, Brazil. *Emerging Infectious Disease journal* 2017; 23:2120.

QGIS E.D.D. QGIS Geographic Information System, 2016: Open Source Geospatial Foundation Project.

RIGAU-PEREZ J.G., G. C.G., GUBLER D.J., et al. Dengue and dengue haemorrhagic fever. *Lancet* 1998.

RODRIGUEZ-MORALES A.J. Zika: the new arbovirus threat for Latin America. *J. Infect Dev Ctries* 2015.

ROSSBACHER L.A. Nearest-Neighbour Analysis: A Technique for Quantitative Evaluation of Polygonal Ground Patterns. *Geografiska Annaler. Series A, Physical Geography* 1986; 68:101-105.

RUCKERT C., WEGER-LUCARELLI J., GARCIA-LUNA S.M., et al. Impact of simultaneous exposure to arboviruses on infection and transmission by *Aedes aegypti* mosquitoes. *Nature Communications* 2017.

SAINT-JULIEN T. The Process of Spatial diffusion an Modeling Change. *Models in Spatial Analysis*, 2007.

SILVA M.M.O., RODRIGUES M.S., PAPLOSKI I.A.D., et al. Accuracy of Dengue Reporting by National Surveillance System, Brazil. *Emerging Infectious Diseases* 2016; 22:336-339.

TAYLOR L.H., LATHAM S.M., WOOLHOUSE M.E. Risk factors for human disease emergence. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci* 2001; 356:983-9.

TEIXEIRA M.G., ANDRADE A.M.S., COSTA M.D.C.N., et al. East/Central/South African Genotype Chikungunya Virus, Brazil, 2014. *Emerging Infectious Disease journal* 2015; 21:906.

WORLD HEALTH ORGANIZATION W. Situation Report. Zika virus microcephaly, Guillain-barre syndrome, January 05, 2017. Disponível: <http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/252762/1/zikasitrep5Jan17-eng.pdf?ua=1> [Último acesso: May 14, 2018, 2017].

6.2 ESTUDO 2

6.2.1 Artigo 2

ARTIGO 2

Título: Fatores associados a dengue, Zika e chikungunya entre adolescentes da coorte ERICA no Rio de Janeiro/RJ e Fortaleza/CE, Brasil: Um estudo caso-controlado

RESUMO

Dentre as arboviroses emergentes e reemergentes, Zika, dengue e chikungunya merecem destaque por sua ampla distribuição geográfica e gravidade clínica. As três doenças são transmitidas pelo mesmo vetor e podem apresentar sintomas similares, dificultando sua identificação e registro. Características demográficas e fatores sociais individuais e contextuais têm sido associados com as três arboviroses. No entanto, pouco se sabe sobre essas associações entre adolescentes que apresentam relações com o ambiente social diversas das populações economicamente ativas, implicando em locais, tipos e graus de exposições ao vetor potencialmente distintos. Este estudo caso-controlado tem o objetivo de identificar fatores de risco sociodemográficos para ocorrência de Zika, dengue e chikungunya em uma coorte de adolescentes do Estudo de Riscos Cardiovasculares em Adolescentes – ERICA – nos municípios do Rio de Janeiro/RJ e Fortaleza/CE no período de 2015-2019. Casos foram definidos como adolescentes com diagnóstico laboratorial ou clínico epidemiológico de Zika, dengue ou chikungunya notificados e registrados no Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN). Os casos foram identificados por meio de relacionamento dos bancos de dados da coorte ERICA com o do SINAN. Controles foram selecionados aleatoriamente a partir da listagem de adolescentes do ERICA que não tiveram notificação por nenhuma das três arboviroses no período avaliado. Uma regressão logística multinível foi empregada para estimar a razão de chances (RC) como medida de associação, com respectivos intervalos de 95% de confiança (IC95%) para o município de Fortaleza e uma regressão logística foi aplicada para o município do Rio de Janeiro. Em comparação com adolescentes vivendo em melhores condições socioeconômicas, a chance de adoecer por alguma das 3 arboviroses estudadas foi

maior entre aqueles vivendo em condições socioeconômicas precárias (Baixo (RC=6,62; IC 95%: 1,12-38,46)) e foi menor nos residentes em domicílios com ausência de esgoto a céu aberto do entorno do domicílio (RC=0,38; IC 95%: (0,15-0,98)) em Fortaleza. O índice de Infestação Predial de *Aedes aegypti* vetor também influencia positivamente na chance de arboviroses em Fortaleza (RC=1,91; IC95%: 1,20-3,05). A chance de adoecer por Zika, dengue e chikungunya também foi maior entre os que vivem em domicílios com ausência de rede de abastecimento de água no Rio de Janeiro (RC=2,93; IC 95%: 1,08-8,16). Esses achados indicam que condições socioeconômicas menos favorecidas, a presença de esgoto a céu aberto e um alto índice de infestação predial de *Aedes aegypti* podem contribuir para uma maior chance de infecção por Zika, dengue ou chikungunya em adolescentes. A identificação de áreas com base nessas variáveis pode contribuir implementação de medidas de controle em grupos populacionais e locais prioritários.

INTRODUÇÃO

As doenças transmissíveis emergentes e reemergentes são um crescente motivo de preocupação para pesquisadores e gestores de saúde em todo o mundo. Dentre elas destacam-se arboviroses como dengue, Zika e chikungunya transmitidas pelo mosquito *Aedes aegypti*, vetor amplamente distribuído por regiões tropicais e subtropicais do mundo (KAMAL et al., 2018). O Brasil enfrenta epidemias recorrentes de dengue desde a década de 1980 e com a introdução de Zika e chikungunya (CHKV) a partir de 2014-2015 precisou reorganizar os serviços de saúde para o enfrentamento de uma tríplice epidemia. Zika se tornou um evento destacado nesse contexto devido a sua associação com casos de microcefalia (CAUCHEMEZ et al., 2016; ARAÚJO et al., 2018) e síndrome de Guillain-Barré (RODRIGUEZ-MORALES, 2015). Desde sua introdução no Brasil em 2014 até Maio de 2019, foram notificados 589.076 casos de chikungunya, com maior concentração de casos e óbitos no estado do Ceará sendo que, em 2018 e 2019, os casos tiveram concentração maior no estado do Rio de Janeiro, considerado o primeiro local com transmissão importante fora da região Nordeste. No mesmo período foram registrados 4,5 milhões de casos prováveis de dengue no Brasil, sendo 55.615 casos graves. De 2016 a 2019, período em que Zika passou a ser incluída na lista de doenças e agravos de notificação compulsória, foram notificados 239.634 casos de Zika no país com mais de 3 mil casos confirmados de Síndrome Congênita do vírus Zika (BRASIL, 2019).

Diversos fatores têm sido associados à ocorrência destas três arboviroses (TAYLOR, LATHAM & WOOLHOUSE, 2001; JONES et al., 2008). Entre eles destacam-se os fatores sociodemográficos (BRAGA et al., 2010; BONIFAY et al., 2017; FARINELLI et al., 2018; GARDNER et al., 2018; ZHENG et al., 2019) e características do domicílio e seu entorno (TEIXEIRA, BARRETO & GUERRA, 1999). Estudos relatam maior acometimento de dengue (FARINELLI et al., 2018) e CHKV (BONIFAY et al., 2017) em pessoas com situação socioeconômica mais precária, mas outros indicam o oposto para Zika (NETTO et al., 2017) e dengue (BONIFAY et al., 2017). Pessoas em condições socioeconômicas piores geralmente vivem em locais com ausência de saneamento básico o que pode levar a uma maior proliferação de mosquitos e, conseqüentemente, maior incidência dessas doenças. Alguns estudos não conseguiram demonstrar a associação entre quantidade de vetores e doenças transmitidas por eles (BOWMAN, RUNGE-RANZINGER & MCCALL, 2014; CROMWELL et al., 2017), mas múltiplos fatores locais podem interferir nesse processo, como o nível de arborização (ZELLWEGER et al., 2017; MCHALE et al., 2019).

O aumento do conhecimento sobre a dinâmica da transmissão de Zika, dengue e chikungunya ainda coexiste com incertezas sobre os fatores de risco individuais e contextuais que podem influenciar o risco de adoecer. Em particular, pouco se sabe sobre essas associações entre adolescentes que apresentam relações com o ambiente social diversas das populações economicamente ativas, implicando em locais, tipos e graus de exposições ao vetor potencialmente distintos. O preenchimento desta lacuna poderá contribuir para um melhor conhecimento sobre diferenças no perfil de risco de arboviroses em populações em distintas faixas etárias e para a implementação de medidas de controle em nível populacional orientadas tanto para o ambiente peridomiciliar quanto escolar.

Este estudo tem o objetivo de identificar fatores de risco sociodemográficos para a ocorrência de Zika, dengue e chikungunya em uma coorte de adolescentes do Estudo de Riscos Cardiovasculares em Adolescentes – ERICA – nos municípios do Rio de Janeiro/RJ e de Fortaleza/CE, no período de 2015-2019.

MÉTODOS

O estudo caso-controle foi conduzido com base na coorte de adolescentes do Estudo de Riscos Cardiovasculares em Adolescentes – ERICA. O ERICA iniciou com um inquérito de

abrangência nacional entre aproximadamente 85 mil adolescentes de 12 a 17 anos matriculados em escolas públicas e privadas de municípios brasileiros nos anos de 2013 e 2014 (BLOCH et al., 2015). A partir de 2018 iniciou-se o seguimento de uma subamostra do inquérito inicial.

Seleção de Casos

Casos foram definidos como adolescentes do projeto ERICA notificados e registrados no Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN) com diagnóstico laboratorial ou clínico-epidemiológico de Zika, dengue ou chikungunya. Nesse estudo, a identificação dos casos de Zika, dengue e chikungunya foi realizada a partir de um relacionamento dos dados da coorte de adolescentes do projeto ERICA com dados secundários registrados no SINAN nos municípios do Rio de Janeiro (Estado do Rio de Janeiro – RJ, 2015-2019) e de Fortaleza (Estado do Ceará – CE, 2014-2019). Os dados de notificação de Zika, dengue e chikungunya para o período de estudo foram obtidos por meio de solicitação formal às Secretarias de Saúde dos Municípios do Rio de Janeiro e de Fortaleza.

O relacionamento probabilístico dos dados do município do Rio de Janeiro foi realizado utilizando dois aplicativos do *Software R*, *RecordLinkage* e *FastLink* (SARIYAR & BORG, 2010; ENAMORADO, FIFIELD & IMAI, 2019) com a finalidade de obter maior sensibilidade na detecção de casos. As variáveis empregadas para a realização do *linkage* foram nome do adolescente, nome da mãe, data de nascimento, sexo e endereço de residência.

O relacionamento de dados para município de Fortaleza foi realizado manualmente na Universidade Federal do Ceará (UFC) em parceria com a Secretaria Municipal de Saúde de Fortaleza/CE (Coordenadoria de Vigilância Epidemiológica - CEVEPI) com os dados de notificação de dengue, Zika e chikungunya de 2014 a 2019.

Seleção de controles

Os controles foram selecionados a partir da listagem de adolescentes do ERICA do Rio de Janeiro e Fortaleza. Selecionou-se aleatoriamente 4 (quatro) controles para cada caso dentre os adolescentes que não tiveram notificação por nenhuma das três arboviroses no período avaliado. Os controles foram selecionados utilizando a função *randsample* do pacote *pracma* do *software R*.

Seleção de Variáveis

Após a identificação dos casos e controles do estudo, informações sobre cor da pele autodeclarada, idade em anos e sexo foram extraídas da base de dados do inquérito de linha de base do ERICA (2013-2014). Cor da pele autodeclarada foi classificada em “Branca” ou “Não Branca. As variáveis referentes ao número de cômodos na residência, número de pessoas que dormem no mesmo cômodo, presença de empregada doméstica trabalhando na residência, presença de banheiro e posse de bens (televisão, máquinas de lavar roupa, tocadores de *dvd*, geladeira, freezer, computadores, presença de internet, de carros e de motocicletas) foram utilizadas para a construção de um indicador socioeconômico mediante análise de componentes principais (PCA, do inglês *Principal Component Analysis*).

As variáveis contextuais no nível de bairro foram obtidas do censo 2010 (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE) e atribuídas ao bairro residencial dos adolescentes (IBGE, 2010). As variáveis referentes ao domicílio e seu entorno foram construídas da seguinte forma: a) abastecimento de água por rede geral, esgotamento sanitário via rede de esgoto no domicílio, lixo coletado, pavimentação, calçada, com bueiro/boca de lobo e arborização no entorno categorizadas em presença, quando 100% dos domicílios dos bairros apresentavam a característica, e ausência, demais porcentagens; e b) esgoto a céu aberto e lixo acumulado nos logradouros no entorno categorizadas como ausência, quando nenhum domicílio no bairro com a presença dessas características, e presença, demais porcentagens.

Utilizou-se também a definição do IBGE de aglomerado subnormal para caracterização do local de moradia do adolescente. Os aglomerados subnormais são também conhecidos como favelas, comunidades, loteamentos irregulares entre outros. É uma forma de ocupação irregular para fins de habitação em áreas urbanas, geralmente caracterizados por falta de serviços públicos essenciais como serviço de abastecimento de água, coleta de esgoto e lixo (IBGE, 2020a). A identificação se o adolescente era morador de aglomerado subnormal foi feita a partir das coordenadas do local de residência de cada aluno utilizando o Software QGis (QGIS, 2016) e as localizações com os limites dos aglomerados subnormais obtidos junto ao IBGE (IBGE, 2020b).

O Levantamento do Índice Rápido Amostral ao *Aedes aegypti* (LIRAA) foi obtido junto a Secretaria Municipal de Saúde de Fortaleza com sua representação pelo Índice de Infestação Predial (IIP). Ressalta-se que o IIP é a razão entre o número de imóveis positivos para larvas e pupas de *Aedes aegypti* e o número de imóveis pesquisados, expresso em percentual (BRASIL, 2009).

Os bairros dos municípios estudados que apresentaram pelo menos um caso ou controle foram incluídos no modelo multinível, resultando em 56 bairros analisados para o Rio de Janeiro e 72 para Fortaleza.

ANÁLISE DOS DADOS

Análise de Componentes Principais

Com o intuito de capturar uma medida de condição socioeconômica dos adolescentes estudados, a análise de componentes principais (do inglês *Principal Component Analysis*, PCA) foi implementada a partir das informações retiradas do questionário do projeto ERICA respondido em 2013-2014 relativas ao número de pessoas que dormem em no mesmo cômodo que o adolescente, empregadas domésticas que trabalham na residência e número de cômodos, banheiros, quantidade de aparelhos de televisão, automóveis, tocadores de *dvd*, geladeiras, freezers, máquina de lavar roupa, computadores, motocicletas e presença de internet no domicílio.

Todas as variáveis foram padronizadas e categorizadas de acordo com as quantidades relatadas pelos adolescentes 0 (zero), 1 (um), 2 (dois), 3 (três) e 4 (quatro ou mais). A exceção foi as variáveis relativas a de computador e internet, categorizadas entre presente (1) ou ausente (0).

A aplicação da PCA teve o intuito de sintetizar as correlações entre as variáveis analisadas e encontrar a potencial combinação linear das variáveis originais onde a variância máxima numa dimensão ortogonal particular é extraída (VYAS & KUMARANAYAKE, 2006). O pacote *Psych* do *software* R foi utilizado em separado para cada município utilizando a rotação *varimax*. Os autovalores (*eigenvalues*) e as variâncias para cada componente foram obtidos. O primeiro componente foi extraído, que apresentando 28,6% de variância quando realizada para o município de Fortaleza e 24,3% para o município do Rio de Janeiro (FIGURA 1). Os pesos das variáveis foram calculados com os valores das coordenadas de cada variável extraíndo apenas o primeiro fator (TABELA 1) e multiplicados por cada valor de cada variável para cada observação. Esses valores foram somados e então divididos em quintos (FILMER & PRITCHETT, 2001). O segundo, terceiro e quarto quintos foram agrupados resultando em 3 (três) níveis de condições socioeconômicas (Alta, Média, Baixa).

FIGURA 1: Porcentagens das variâncias explicadas por cada dimensão representada pelo *scree plot* como resultado da análise dos componentes principais para o município do Rio de Janeiro e de Fortaleza.

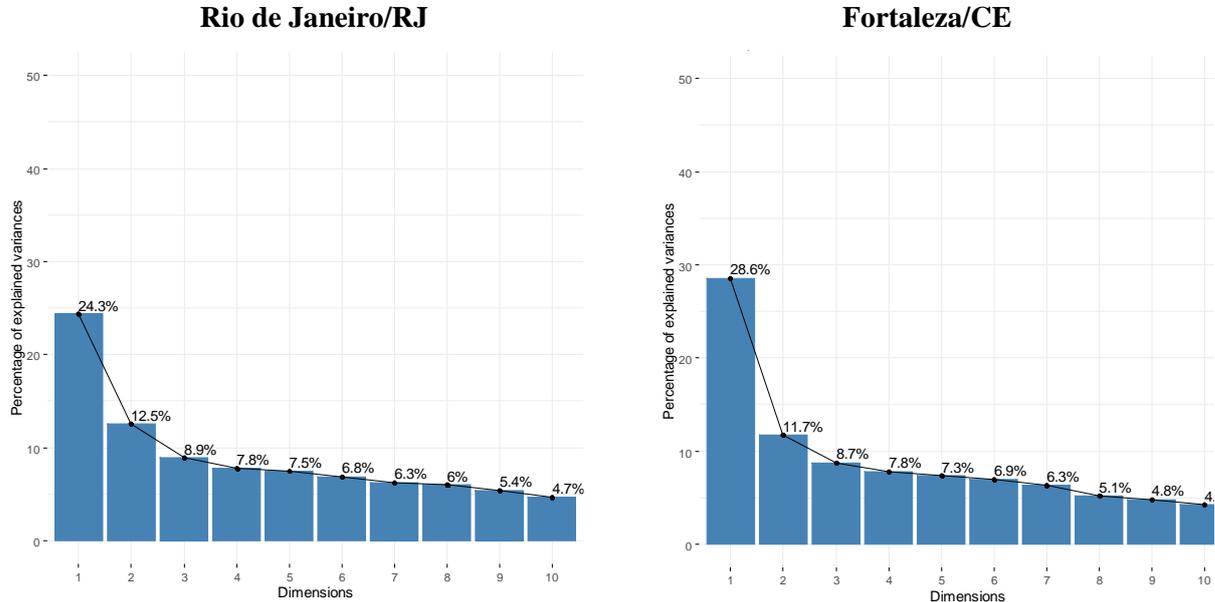


TABELA 1: Primeiros componentes resultados das análises de componentes principais utilizados para a criação da variável socioeconômica para os municípios do Rio de Janeiro e de Fortaleza.

	RIO DE JANEIRO	FORTALEZA
Quantidade de Cômodos	0,48	0,63
Número de pessoas dormindo no mesmo cômodo	-0,38	-0,34
Quantidade de Televisão	0,69	0,65
Quantidade de Banheiro	0,70	0,76
Quantidade de Automóvel	0,60	0,65
Número de empregadas trabalhando na residência	0,41	0,39
Quantidade de Máquina de Lavar	0,36	0,51
Quantidade de aparelho de dvd	0,59	0,44
Quantidade de Geladeira	0,44	0,41
Quantidade de Freezer	0,48	0,55
Quantidade de Motocicleta	0,30	0,11
Presença de Computador	0,38	0,58
Presença de Internet	0,42	0,59

Análise por Regressão Logística Multinível e Análise por Regressão Logística

Dois modelos foram avaliados, um com o município do Rio de Janeiro e outro com o município de Fortaleza, onde o IIP estava disponível para análise. Optou-se pela utilização da análise de regressão logística multinível com dois níveis, o primeiro nível correspondendo aos adolescentes que se agregavam em bairros de residência, considerados o segundo nível. O modelo multinível permite considerar a correlação entre indivíduos em um mesmo bairro (MERLO et al., 2005).

Primeiro, obteve-se o coeficiente de correlação intraclasse (ICC do inglês *intraclass correlation coefficient*) a partir de um modelo nulo (sem variáveis explicativas). O ICC quantifica o grau de homogeneidade intra *cluster* (bairros), indicando a proporção de variação do desfecho que pode ser atribuída aos bairros. Um ICC igual a zero indica que as observações não dependem de qual *cluster* estão, indicando a não necessidade de realização de uma análise de regressão logística multinível, e um ICC igual a 1 indica que toda a variabilidade do desfecho pode ser atribuída aos *clusters* (MERLO et al., 2005; SOMMET & MORSELLI, 2017). Com a identificação de um ICC significativo, uma análise multinível foi realizada. Para o modelo que não apresentou ICC significativo, uma análise de regressão logística foi empregada. O coeficiente de partição da variância (CPV), similar ao ICC abarcando os efeitos aleatórios, foi aplicado ao modelo final com variáveis explicativas.

Análises bivariadas foram realizadas a fim de verificar as associações entre ocorrência de arboviroses e as variáveis independentes. Todas as variáveis associadas ao desfecho considerando um p-valor $< 0,20$ foram selecionadas para inclusão na análise multivariada.

A análise de regressão logística foi realizada utilizando o pacote MASS do *software* R. A análise multinível foi realizada utilizando o pacote lme4 do *software* R em que a log-likelihood é estimada utilizando aproximação de Laplace. Associações são expressas em termos de razões de chances e respectivos intervalos de 95% de confiança (IC95%).

Aspectos Éticos

O projeto ERICA está sendo conduzido de acordo com os princípios da Declaração de Helsinki. O Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal do Rio de Janeiro aprovou o inquérito da linha de base em janeiro de 2009 (CAAE:45572715.8.1001.5286) e o

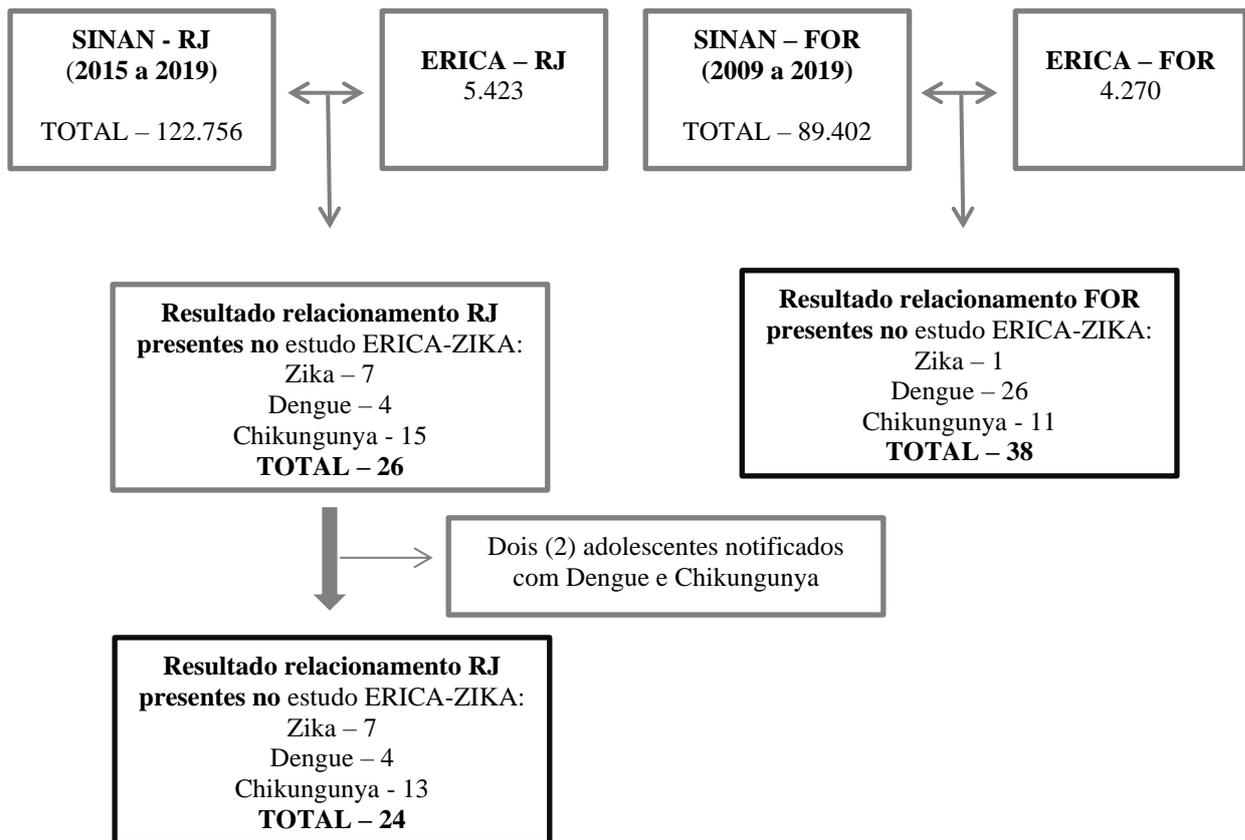
estudo longitudinal (CAAE:67595817.0.1001.5286). O presente estudo foi aprovado pelo CEP do IESC/UFRJ em 02 de abril de 2019 com o CAAE 67595817.0.1001.5286. Um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) foi obtido junto a cada um dos participantes, ou dos seus responsáveis e de Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) no caso de o adolescente ser menor de idade.

RESULTADOS

O relacionamento probabilístico dos dados para o município do Rio de Janeiro identificou 26 casos notificados de Zika, dengue e chikungunya que estavam sendo acompanhados no estudo de coorte do projeto ERICA – ZIKA. Dois deles foram notificados tanto para dengue quanto para chikungunya em datas distintas e foram computados apenas uma vez. Foram incluídos na análise 4 casos de chikungunya, 7 de Zika e 15 de dengue do Rio de Janeiro. No relacionamento manual dos dados de Fortaleza, que tiveram início dos sintomas a partir de 2014 em Fortaleza/CE, foram encontrados 38 casos em Fortaleza, sendo 26 casos de dengue, 1 de Zika e 11 de chikungunya (FIGURA 1). Foram selecionados 4 controles para cada caso, sendo analisados 248 controles, 152 em Fortaleza e 96 no Rio de Janeiro.

Todos os adolescentes identificados como casos e controles no município do Rio de Janeiro/RJ tinham de 12 a 17 anos de idade. Dos casos, 54,16% eram do sexo feminino, sendo 33,33% da cor de pele autodeclarada branca. A maior parte dos casos apresentava um nível socioeconômico classificado como médio pela PCA e apenas 4 (quatro) moravam em um aglomerado subnormal. Os controles eram na maioria do sexo feminino (63,54%), se autodeclaravam com cor da pele não branca (54,16%) e apresentavam nível socioeconômico médio segundo o PCA (58,33%). As variáveis de bairro de domicílio para o município do Rio de Janeiro apresentaram maior proporção de casos e controles que moram em bairros com domicílios sem esgotamento sanitário via rede geral de esgoto. Com relação ao entorno, observa-se maior proporção de casos residindo em bairros sem arborização, pavimentação, calçadas e bueiros (TABELA 2).

FIGURA 1: Fluxograma do relacionamento dos dados para os municípios do Rio de Janeiro/RJ e Fortaleza/CE.



Para o município de Fortaleza, aproximadamente 45% dos casos eram do sexo feminino, 31,58% da cor de pele autodeclarada branca, a idade variou de 12 a 17 anos. O nível socioeconômico médio foi o mais observado e a maioria dos adolescentes não morava em um aglomerado subnormal. Com relação aos controles, a maioria era do sexo feminino, a autoclassificação em cor “não branca” teve maior prevalência e a maioria não morava em aglomerado subnormal. As características de bairro para o município de Fortaleza demonstram que os adolescentes identificados como casos residiam principalmente em áreas sem rede geral de esgoto e bueiros, com presença de esgoto a céu aberto e com maiores IIP (TABELA 2).

TABELA 2: Características descritivas dos casos de Zika, dengue e chikungunya e controles da coorte do projeto ERICA no Rio de Janeiro e Fortaleza.

	RIO DE JANEIRO		FORTALEZA	
	CASOS N (%)	CONTROLES N(%)	CASOS N(%)	CONTROLES N(%)
Sexo				
Feminino	13(54,2)	61(63,5)	17(44,7)	101(66,5)
Masculino	11(45,8)	35(36,5)	21(55,3)	51(33,6)
Cor				
Branca	8(33,3)	32(33,3)	12(31,6)	34(22,4)

	RIO DE JANEIRO		FORTALEZA	
	CASOS N (%)	CONTROLES N(%)	CASOS N(%)	CONTROLES N(%)
Não branca	13(54,2)	52(54,12)	21(55,3)	107(70,4)
Idade				
12	2(8,3)	4(4,2)	2(5,3)	15(9,9)
13	1(4,2)	21(21,9)	8(21,1)	28(18,4)
14	4(20,8)	15(15,6)	9(23,7)	26(17,1)
15	5(20,8)	22(22,9)	9(23,7)	35(23,0)
16	2(8,3)	17(17,7)	5(13,2)	30(19,7)
17	10(41,7)	17(17,7)	5(13,2)	18(11,8)
Nível socioeconômico				
Alto	3(1,3)	13(13,5)	3(7,9)	29(19,1)
Médio	12(46,2)	56(58,3)	17(44,7)	83(54,6)
Baixo	5(20,8)	13(13,5)	14(36,8)	28(18,4)
Aglomerado Subnormal				
Sim	4(16,7)	21(21,9)	6(15,8)	18(11,8)
Não	20(83,3)	75(78,1)	32(84,2)	134(88,2)
Rede de Abastecimento de Água				
Presente	11(45,8)	71(74,0)	4(10,5)	19(12,5)
Ausente	12(50,0)	24(25,0)	34(89,5)	133(87,5)
Rede Geral de Esgoto				
Presente	6(25,0)	28(29,2)	1(2,6)	7(4,6)
Ausente	17(70,8)	67(69,8)	37(97,4)	145(29,6)
Lixo Coletado				
Presente	8(33,3)	42(43,8)	24(63,2)	81(53,3)
Ausente	15(62,5)	53(55,2)	14(36,8)	71(46,7)
Pavimentação				
Presente	9(37,5)	31(32,3)	20(52,6)	73(48,0)
Ausente	14(58,3)	64(66,7)	18(47,4)	79(52,0)
Calçada				
Presente	7(29,2)	26(27,1)	13(34,2)	47(30,9)
Ausente	16(66,7)	69(71,9)	25(65,8)	105(69,1)
Bueiro/Boca de lobo				
Presente	5(20,8)	17(17,7)	1(2,6)	3(2,0)
Ausente	18(75,0)	78(81,3)	37(97,4)	149(98,0)
Arborização				
Presente	6(25,0)	17(17,7)	6(15,8)	12(7,9)
Ausente	17(70,8)	78(81,3)	32(84,2)	140(92,1)
Esgoto a Céu Aberto				
Presente	5(20,8)	24(25,0)	23(60,5)	65(42,8)
Ausente	18(75,0)	71(74,0)	15(39,5)	87(57,2)
Lixo Acumulado				
Presente	8(33,3)	20(20,8)	10(26,3)	60(39,5)
Ausente	15(62,5)	75(78,1)	28(73,7)	92(60,5)

	RIO DE JANEIRO		FORTALEZA	
	CASOS N (%)	CONTROLES N(%)	CASOS N(%)	CONTROLES N(%)
IIP			CASOS	CONTROLES
Média	-		1,58	1,13
SD	-		1,02	0,91
Min-Máx	-		0-3,99	0-3,87

Fonte: A autora.

A análise multinível a partir do modelo nulo analisado para o Rio de Janeiro resultou em ausência de variância entre os bairros (TABELA 4). Com esse resultado, decidiu-se pela utilização de uma regressão logística para as análises bivariadas e multivariadas para o município em questão. Sob a perspectiva do município de Fortaleza, o percentual da variância foi de 39,59%, com ICC de 10,47%, significando que as diferenças observadas entre os bairros de Fortaleza foram responsáveis por 10,47% da variação encontrada na chance de adoecer por uma das três arboviroses estudadas entre os adolescentes do projeto ERICA (TABELA 5).

As análises bivariadas para Rio de Janeiro resultaram em idade, nível abastecimento de água e lixo acumulado no entorno do domicílio como elegíveis para inclusão na modelagem multivariada (TABELA 3). Dentre as variáveis citadas, apenas rede de abastecimento de água apresentou significância estatística.

Para o modelo do município de Fortaleza, a análise não ajustada mostraram sexo, nível socioeconômico e IIP com valores de $p < 0,05$. As variáveis indicadas juntamente com as cor da pele, presença de arborização, esgoto a céu aberto e lixo acumulado no entorno do domicílio foram elegíveis para serem incluídas no modelo final (TABELA 3).

TABELA 3: Medidas de associação (razão de chances) obtidas pela regressão logística bivariada para o município do Rio de Janeiro/RJ e pela regressão multinível bivariada para o modelo do município de Fortaleza/CE

	RIO DE JANEIRO			FORTALEZA		
	RC	IC95%	p-valor	RC	IC95%	p-valor
Sexo (ref. Feminino)						
Masculino	1,47	(0,59-3,65)	0,40	2,67	(1,20-5,93)	0,015
Idade						
	1,30	(0,97-1,79)	0,09	0,99	(0,76-1,28)	0,92
Cor (ref. Branca)						
Outros	1,00	(0,38-2,77)	1,00	0,52	(0,22-1,58)	0,15
Nível socioeconômico (ref. Alto)						
Médio	0,93	(0,34-9,53)	0,92	1,98	(0,54-7,25)	0,30
Baixo	1,67	(0,25-4,50)	0,54	4,83	(1,25-18,66)	0,02
Agglomerado subnormal (ref. Sim)						
Não	0,71	(0,19-2,14)	0,58	0,66	(0,22-2,00)	0,46
Rede geral de água (ref. Presente)						
Ausente	3,23	(1,26-8,39)	0,01	1,15	(0,24-3,83)	0,82
Rede geral de esgoto (ref. Presente)						
Ausente	1,18	(0,44-3,56)	0,75	1,68	(0,18-15,38)	0,64
Lixo coletado (ref. Presente)						
Ausente	1,49	(0,59-4,00)	0,41	0,63	(0,29-1,40)	0,26
Pavimentação (ref. Presente)						
Ausente	0,75	(0,30-1,99)	0,56	0,77	(0,35-1,69)	0,52
Calçada (ref. Presente)						
Ausente	0,86	(0,33-2,46)	0,77	0,82	(0,36-1,87)	0,64
Bueiro (ref. Presente)						
Ausente	0,78	(0,27-2,63)	0,67	0,69	(0,06-8,03)	0,77
Arborização (ref. Presente)						
Ausente	0,62	(0,22-1,91)	0,37	0,39	(0,12-1,31)	0,13
Esgoto a céu aberto no entorno (ref. Presente)						
Ausente	1,22	(0,43-4,00)	0,72	0,49	(0,23-1,03)	0,06
Lixo acumulado (ref. Presente)						
Ausente	0,50	(0,19-1,39)	0,17	1,88	(0,82-4,34)	0,14
Índice de Infestação Predial	-		-	1,60	(1,11-2,32)	0,01

Fonte: A autora

O modelo final para o município do Rio de Janeiro indicou que a abastecimento de água por rede geral como a única variável com evidência relevante para a ocorrência do desfecho. Pode-se observar que a chance de adoecer por alguma das três arboviroses estudadas é 2,93 vezes maior em domicílios que não apresentam abastecimento de água por rede geral (RC=2,93; IC 95%: 1,08-8,16) (TABELA 4).

TABELA 4: Regressão logística multinível modelo nulo e modelo de regressão logística associadas ao adoecimento por Zika, dengue e chikungunya no Rio de Janeiro/RJ no período de 2015 a 2019.

	Regressão Logística Multinível	Regressão Logística
	Modelo Nulo RC (IC 95%)	Modelo Final RC (IC 95%)
Intercepto	0,23 (0,15-0,34)	0,01 (0,05-2,02)
Idade	-	1,24 (0,89-1,76)
Rede geral de água (ref. Presente) Ausente	-	2,93 (1,08-8,16)
Lixo Acumulado (ref. Presente) Ausente	-	0,42 (0,14-1,22)
Efeitos Aleatórios		
ICC	0	-

Fonte: A autora

O ajuste do modelo de regressão logística multinível realizado para o município de Fortaleza é apresentado na Tabela 5. A chance de adoecer por Zika, dengue e chikungunya aumenta consideravelmente em situações socioeconômicas mais precárias (Baixo: RC=6,62; IC 95%: 1,12-38,46) e conforme a proporção do IIP aumenta (RC=1,91; IC 95%: 1,20-3,05). A chance de ter alguma das arboviroses é 2,8 vezes maior no sexo masculino (RC=2,88; IC95%: 1,17-6,92) e é reduzida em 72% nos adolescentes declarados com cor de pele não branca (RC=0,28; IC95%: 0,10-0,76). A ausência de esgoto a céu aberto no entorno do domicílio oferece efeito protetor, diminuindo em 62% a chance de doença (RC=0,38; IC95%: 0,15-0,98)

e a ausência de lixo acumulado apresentou maior chance de doença (RC=3,79; IC95%: 1,29-11,17). Verificou-se ainda que a variância explicada por características dos bairros do município de Fortaleza foi para zero no modelo final, sugerindo que o ajuste feito explicou a variância entre os bairros.

TABELA 5: Regressão logística multinível de características de bairro e individuais associadas ao adoecimento por Zika, dengue e chikungunya em Fortaleza no período de 2014 a 2019

	Modelo Nulo RC (IC 95%)	Modelo Final RC (IC 95%)
Efeitos Fixos		
(intercepto)	0,22 (0,12-0,39)	0,05 (0,01-0,45)
Variáveis a Nível Individual		
Sexo (ref. Feminino)		2,84
Masculino		(1,17-6,92)
Cor (ref. Branca)		0,28
Não Branca		(0,10-0,76)
Nível socioeconômico (ref. Alto)		
Médio	-	2,00 (0,37-10,88)
Baixo	-	6,62 (1,12-38,96)
Variáveis a Nível de Área		
Arborização (ref. Presente)	-	0,56 (0,15-2,13)
Esgoto a céu aberto (ref. Presente)		0,38 (0,15-0,98)
Lixo acumulado (ref. Presente)	-	3,79 (1,29-11,17)
IIP	-	1,91 (1,20-3,05)
Efeitos Aleatórios		
Variância do intercepto bairro	0,3959	0
ICC/ CPV	0,1074	0
AIC	193,6	152,2

Fonte: A autora

DISCUSSÃO

O presente estudo integrou em sua análise diversos fatores de risco sociodemográficos para o adoecimento por Zika, dengue e chikungunya em uma coorte de adolescentes nos municípios do Rio de Janeiro e Fortaleza. Podemos destacar a presença de rede de abastecimento de água no domicílio como um fator relevante para a ocorrência de arboviroses no município do Rio de Janeiro. Quando observamos o município de Fortaleza, ser do sexo masculino e se autodeclarar da cor de pele branca, viver em condições socioeconômicas mais precárias, a presença de esgoto a céu aberto e elevados índices de infestação predial estão associados à maior chance de adoecer por Zika, dengue e chikungunya na população estudada.

Os municípios do Rio de Janeiro e de Fortaleza foram analisados em separado neste estudo. Justifica-se este procedimento devido a impossibilidade de acesso aos dados referentes ao LIRAA do município do Rio de Janeiro, tendo em vista a importância de analisar sua influência no contexto de uma doença transmitida por vetores. A pesquisa larvária amostral realizada LIRAA anualmente, sintetizada neste estudo pelo IIP, tem sido utilizada como um indicador de áreas de risco para o aumento da incidência de doenças transmitidas pelo vetor. Sendo, por isso, utilizada como uma medida para identificação de áreas onde há necessidade de intervenção pelas equipes de vigilância e controle (BRASIL, 2009).

Embora alguns estudos não terem identificado uma medida de risco para LIRAA e dengue significativa (BOWMAN, RUNGE-RANZINGER & MCCALL, 2014; MACCORMACK-GELLES et al., 2018). Uma associação positiva entre índices entomológicos e casos de dengue já foi indicada em diversos estudos, como mostrado por Bowman e colaboradores (2014) (BOWMAN, RUNGE-RANZINGER & MCCALL, 2014) e por Cromwell (2017) (CROMWELL et al., 2017), corroborando com nossos achados.

Condições socioeconômicas precárias têm sido sistematicamente associadas às doenças aqui estudadas. Indicadores socioeconômicos mais baixos foram relacionados com altas taxas de incidência de dengue (MACCORMACK-GELLES et al., 2018), com maior risco de Zika (GARDNER et al., 2018) de infecções por chikungunya (MCHALE et al., 2019). Em contrapartida, pessoas em condições socioeconômicas mais elevadas já foram associadas a um maior risco para Zika (MCHALE et al., 2019). O presente estudo sugere que adolescentes vivendo em situações socioeconômicas precárias apresentam maior a chance de adoecer por Zika, dengue ou chikungunya quando analisados no município de Fortaleza. O indicador de nível socioeconômico analisado foi gerado a partir da PCA e foi considerado bom indicador, tendo sido obtido a partir de itens de consumo adquiridos por um indivíduo e das características do domicílio em que vive (FILMER & PRITCHETT, 2001).

Fatores relacionados à qualidade dos domicílios e de suas regiões e localização são caracterizados como determinantes no controle de doenças transmitidas por vetores, dentre eles os aglomerados urbanos, habitações inadequadas, problemas no abastecimento de água e destinação dos resíduos, além de fatores relacionados à mobilidade urbana e climática, geralmente associados a uma maior presença de mosquitos (TEIXEIRA, BARRETO & GUERRA, 1999; BRASIL, 2009). Uma maior predominância de ovos de *Aedes aegypti* foi encontrada em locais com alta densidade populacional e falta de saneamento básico e a falta de abastecimento de água regular associada ao espalhamento de vetores (SOARES et al., 2019), o que pode desencadear a uma maior incidência das doenças transmitidas por eles. O presente estudo evidenciou que adolescentes que residiam em áreas com presença de esgoto a céu aberto como uma maior chance de acometimento por Zika, dengue ou chikungunya no município de Fortaleza. A falta de rede de abastecimento de água indicou um aumento na chance de ocorrência das doenças no município do Rio de Janeiro. Uma das possíveis justificativas está relacionada ao fato que a falta de abastecimento de água pode fazer com que haja armazenamento de água para consumo em caixas d'água, contêineres e recipientes que funcionam como criadouros de mosquitos (MENDONÇA, SOUZA & DUTRA, 2009).

O presente estudo identificou que adolescentes morando em domicílios sem a presença de lixo acumulado no entorno do município de Fortaleza apresentaram maior chance de ter arboviroses. Lixo acumulado é característico de locais mais precários, com falta de destinação de resíduos e presença de material que propiciam acúmulo de água que possibilitaria a proliferação de mosquitos (TAUIL, 2001; BRASIL, 2009). Uma possibilidade é de ter ocorrido um controle de vetorial mais intensivo e efetivo nessas áreas em Fortaleza. Ressalta-se que a utilização dos bairros como segundo nível da análise multinível pode não indicar o que realmente ocorre na proximidade das residências de casos e de controles. Este achado deve ser analisado com cautela, indicando a necessidade de estudos adicionais mais aprofundados.

A relação de bueiros e com incidência de dengue já foi relatada em estudos anteriores. Na Bahia considerável quantidade de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* foi encontrada em bueiros (PAPLOSKI et al., 2016) e uma incidência maior de dengue em pessoas que residiam perto de bueiros na Austrália (RUSSELL et al., 2002), associados muito provavelmente ao acúmulo de água nesses compartimentos. Um estudo na Colômbia demonstrou que a introdução de produtos químicos para controle vetorial em bueiros reduziu consideravelmente a quantidade de larvas de vetores e o número de casos de dengue na região (OCAMPO et al., 2014), evidenciando essa forte relação entre bueiros e incidência de arboviroses. No presente estudo,

a ausência de bueiros apresentou efeito protetor na análise bivariada, embora sem significância estatística. Mais estudos precisam ser realizados para verificar essa associação.

Da mesma forma não foram encontradas evidências de que a presença de arborização no entorno dos domicílios esteja associada à maior chance de arboviroses (ZELLWEGER et al., 2017). Outros estudos sugeriram não haver relação entre cobertura vegetal e risco de Zika e chikungunya (MCHALE et al., 2019). Arduíno e colaboradores em 2020 verificaram a presença de considerável quantidade de vetores, *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*, coexistindo em regiões periurbanas, com maior concentração de vegetação, em São Paulo (ARDUINO et al., 2020), à medida que se direcionava para um centro mais urbano essa diversidade de espécies diminui prevalecendo a de *A.aegypti* (ARDUINO et al., 2020; HENDY et al., 2020). A chance de ocorrência de uma das arboviroses foi maior em adolescentes do sexo masculino no município de Fortaleza, diferente do encontrado no município do Rio de Janeiro (RODRIGUES et al., 2018). Características relacionadas ao comportamento de adolescentes residentes em diferentes espaços precisam ser avaliadas mais detalhadamente para explicar esse achado.

O município do Rio de Janeiro não apresentou um ICC que indicasse a necessidade de realização de modelagem logística. Dentre as prováveis causas insere-se não apenas o tamanho da amostra populacional, mas também a grande heterogeneidade presente dentro dos bairros do município do Rio de Janeiro (RODRIGUES et al., 2018).

O presente estudo abarca dengue, Zika e Chikungunya conjuntamente na análise. Sabe-se que as três arboviroses apresentam semelhança em sinais e sintomas (PAIXAO, TEIXEIRA & RODRIGUES, 2018). Nesse sentido, muitos casos podem ter sido erroneamente classificados, principalmente no início da epidemia de Zika (GRARD et al., 2014; TEIXEIRA et al., 2015; BRITO & CORDEIRO, 2016). Além disso, a identificação dos casos para a pesquisa foi feita através do relacionamento de dados do projeto ERICA com a base de dados do Sistema de Vigilância dos dois municípios. Sabe-se que há muita subnotificação dos casos, explicada também pela ocorrência de muitos casos com ausência ou presença de sintomas leves. Este fato pode justificar o baixo número de casos encontrados no relacionamento dos dados. Em virtude a esses fatores, decidiu-se analisar as três arboviroses juntas, o que pode ser considerado uma limitação potencial desse estudo.

A detecção do local exato de transmissão de uma doença vetorial é de difícil mensuração. Para a realização desse trabalho, os bairros de residência dos adolescentes foram utilizados como *proxy* do local de ocorrência da infecção. Entretanto, a transmissão da doença pode ter ocorrido no caminho percorrido pelo adolescente até seu local de estudo. Esse aspecto pode diminuir a habilidade de detectar características dos locais que apresentam uma maior

chance de ocorrência dessas doenças. Apesar destas limitações, o desenho de estudo e a consideração da população de adolescentes traz perspectivas inovadoras para apoio às ações de prevenção e controle destas doenças.

Como conclusão, nossos resultados sugerem condições socioeconômicas, presença de esgoto a céu aberto, rede de abastecimento de água na residência e IIP como principais fatores que influenciaram a ocorrência de infecção por Zika, dengue e chikungunya em adolescentes dos municípios do Rio de Janeiro e de Fortaleza. Esses achados visam contribuir para que medidas de saúde pública sejam aplicadas prioritariamente em áreas e nos grupo populacional com as características destacadas neste estudo.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO T.V.B.D., XIMENES R.A.D.A., MIRANDA-FILHO D.D.B., et al. Association between microcephaly, Zika virus infection, and other risk factors in Brazil: final report of a case-control study. *The Lancet Infectious Diseases* 2018; 18:328-336.

ARDUINO M.A.-O., MUCCI L.F., SANTOS L.M.D., et al. Importance of microenvironment to arbovirus vector distribution in an urban area, São Paulo, Brazil. 2020.

BLOCH K.V., SZKLO M., KUSCHNIR M.C., et al. The Study of Cardiovascular Risk in Adolescents--ERICA: rationale, design and sample characteristics of a national survey examining cardiovascular risk factor profile in Brazilian adolescents. *BMC Public Health* 2015.

BONIFAY T., DOUINE M., BONNEFOY C., et al. Poverty and Arbovirus Outbreaks: When Chikungunya Virus Hits More Precarious Populations Than Dengue Virus in French Guiana. *Open Forum Infect Dis* 2017.

BOWMAN L.R., RUNGE-RANZINGER S., MCCALL P.J. Assessing the relationship between vector indices and dengue transmission: a systematic review of the evidence. 2014.

BRAGA C., LUNA C.F., MARTELLI C.M., et al. Seroprevalence and risk factors for dengue infection in socioeconomically distinct areas of Recife, Brazil. *Acta tropica* 2010; 113:10.1016/j.actatropica.2009.10.021.

BRASIL M.D.S.D. Diretrizes nacionais para a prevenção e controle de epidemias de dengue.2009

BRASIL M.D.S.D. Vigilância em Saúde no Brasil 2003|2019: da criação da Secretaria de Vigilância em Saúde aos dias atuais.2019

BRITO C.A.A.D., CORDEIRO M.T. One year after the Zika virus outbreak in Brazil: from hypotheses to evidence. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical* 2016; 49:537-543.

CAUCHEMEZ S., BESNARD M., BOMPARD P., et al. Association between Zika virus and microcephaly in French Polynesia, 2013-15: a retrospective study. *Lancet* 2016.

CROMWELL E.A.-O., STODDARD S.T., BARKER C.M., et al. The relationship between entomological indicators of *Aedes aegypti* abundance and dengue virus infection. 2017.

ENAMORADO T.E.D., FIFIELD B., IMAI K. Using a Probabilistic Model to Assist Merging of Large-Scale Administrative Records. *American Political Science Review* 2019; 113:353-371.

FARINELLI E.C., BAQUERO O.S., STEPHAN C., et al. Low socioeconomic condition and the risk of dengue fever: A direct relationship. *Acta tropica* 2018.

FILMER D., PRITCHETT L.H. Estimating wealth effects without expenditure data--or tears: an application to educational enrollments in states of India. 2001.

GARDNER L.M., BÓTA A., GANGAVARAPU K., et al. Inferring the risk factors behind the geographical spread and transmission of Zika in the Americas. *PLoS Neglected Tropical Diseases* 2018; 12:e0006194.

GRARD G., CARON M., MOMBO I.M., et al. Zika Virus in Gabon (Central Africa) – 2007: A New Threat from *Aedes albopictus*? *PLoS Neglected Tropical Diseases* 2014; 8:e2681.

HENDY A., HERNANDEZ-ACOSTA E., CHAVES B.A., et al. Into the woods: Changes in mosquito community composition and presence of key vectors at increasing distances from the urban edge in urban forest parks in Manaus, Brazil. 2020.

IBGE I.B.D.G.E.E. Banco de Dados Agregados do Censo Demográfico - 2010. Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA). 2010.

IBGE I.B.D.G.E.E. Aglomerado Subnormal. Disponível: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/tipologias-do-territorio/15788-aglomerados-subnormais.html> [Último acesso: 2020], 2020a.

IBGE I.B.D.G.E.E., Fevereiro 2020. Aglomerado Subnormal. Disponível: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/tipologias-do-territorio/15788-aglomerados-subnormais.html?=&t=downloads> [Último acesso: Fevereiro, 2020], 2020b.

JONES K.E., PATEL N.G., LEVY M.A., et al. Global trends in emerging infectious diseases. *Nature* 2008; 451:990-3.

KAMAL M.A.-O., KENAWY M.A., RADY M.H., et al. Mapping the global potential distributions of two arboviral vectors *Aedes aegypti* and *Ae. albopictus* under changing climate. 2018.

MACCORMACK-GELLES B., LIMA NETO A.S., SOUSA G.S., et al. Epidemiological characteristics and determinants of dengue transmission during epidemic and non-epidemic years in Fortaleza, Brazil: 2011-2015. 2018.

MCHALE T.C., ROMERO-VIVAS C.M., FRONTERRE C.A.-O., et al. Spatiotemporal Heterogeneity in the Distribution of Chikungunya and Zika Virus Case Incidences during their 2014 to 2016 Epidemics in Barranquilla, Colombia. *LID - 10.3390/ijerph16101759* [doi] *LID - 1759*. 2019.

MENDONÇA F.D.A., SOUZA A.V.E., DUTRA D.D.A. Saúde pública, urbanização e dengue no Brasil. *Sociedade & Natureza* 2009; 21:257-269.

MERLO J., CHAIX B FAU - YANG M., YANG M FAU - LYNCH J., et al. A brief conceptual tutorial of multilevel analysis in social epidemiology: linking the statistical concept of clustering to the idea of contextual phenomenon. 2005.

NETTO E.M., MOREIRA-SOTO A., PEDROSO C., et al. High Zika Virus Seroprevalence in Salvador, Northeastern Brazil Limits the Potential for Further Outbreaks. . *Mbio* 2017.

OCAMPO C.B., MINA N.J., CARABALÍ M., et al. Reduction in dengue cases observed during mass control of *Aedes* (*Stegomyia*) in street catch basins in an endemic urban area in Colombia. 2014.

PAIXAO E.S., TEIXEIRA M.G., RODRIGUES L.C. Zika, chikungunya and dengue: the causes and threats of new and re-emerging arboviral diseases. *BMJ Global Health* 2018.

PAPLOSKI I.A.D., RODRIGUES M.S., MUGABE V.A., et al. Storm drains as larval development and adult resting sites for *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in Salvador, Brazil. *Parasites & Vectors* 2016; 9:419.

QGIS E.D.D. QGIS Geographic Information System, 2016: Open Source Geospatial Foundation Project.

RODRIGUES N.C.P., DAUMAS R.P., DE ALMEIDA A.S., et al. Risk factors for arbovirus infections in a low-income community of Rio de Janeiro, Brazil, 2015-2016. *PLoS One* 2018; 13:e0198357-e0198357.

RODRIGUEZ-MORALES A.J. Zika: the new arbovirus threat for Latin America. *J. Infect Dev Ctries* 2015.

RUSSELL B.M., MCBRIDE W.J.H., MULLNER H., et al. Epidemiological Significance of Subterranean *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) Breeding Sites to Dengue Virus Infection in Charters Towers, 1993. *Journal of Medical Entomology* 2002; 39:143-145.

SARIYAR M., BORG A. The RecordLinkage Package: Detecting Errors in Data *The R Journal* 2010; 2:2:pages 61-67.

SOARES E.N.L., SANTOS M.A.B., MACEDO L.O., et al. Spatial distribution of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) in vulnerable areas for the transmission of arboviruses. 2019.

SOMMET N., MORSELLI D. Keep calm and learn multilevel logistic modeling: A simplified three-step procedure using Stata, R, Mplus, and SPSS. *International Review of Social Psychology* 2017; 30.

TAUIL P.L. Urbanização e ecologia do dengue. *Cadernos de Saúde Pública* 2001; 17:S99-S102.

TAYLOR L.H., LATHAM S.M., WOOLHOUSE M.E. Risk factors for human disease emergence. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci* 2001; 356:983-9.

TEIXEIRA M.D.G., BARRETO M.L., GUERRA Z. Epidemiologia e medidas de prevenção do Dengue. *Informe Epidemiológico do Sus* 1999; 8:5-33.

TEIXEIRA M.G., ANDRADE A.M.S., COSTA M.D.C.N., et al. East/Central/South African Genotype Chikungunya Virus, Brazil, 2014. *Emerging Infectious Disease journal* 2015; 21:906.

VYAS S., KUMARANAYAKE L. Constructing socio-economic status indices: how to use principal components analysis. 2006.

ZELLWEGER R.M., CANO J., MANGEAS M., et al. Socioeconomic and environmental determinants of dengue transmission in an urban setting: An ecological study in Nouméa, New Caledonia. 2017.

ZHENG L., REN H.Y., SHI R.H., et al. Spatiotemporal characteristics and primary influencing factors of typical dengue fever epidemics in China. 2019.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta tese possibilitou, a partir do primeiro estudo, a identificação do padrão de difusão espacial de expansão para Zika, dengue e Chikungunya no contexto da tríplice epidemia no município do Rio de Janeiro no período de 2015-2016. Os locais com maior densidade de casos também puderam ser observados através da análise dos mapas de Kernel. Compreender a difusão geográfica destas doenças auxilia na previsão e contenção a longo prazo. As evidências aqui geradas, portanto, apoiam o planejamento de ações mais acuradas pelos programas de prevenção e controle de arboviroses no município. Adicionalmente, os achados encontrados neste primeiro estudo levantou a hipótese de que características relacionadas ao domicílio e ao peridomicílio poderiam estar influenciando na maior incidência das arboviroses estudadas em determinadas áreas. Além disso, foi gerada a pergunta relativa a quais características dos indivíduos poderiam ter mais chance de estarem relacionadas à transmissão destas doenças no contexto da tríplice epidemia.

A partir da hipótese e da pergunta originadas e considerando-se a oportunidade de estudar o contexto das doenças a partir de uma coorte de adolescentes, uma população que apresenta características singulares de comportamento social, decidiu-se desenvolver um segundo estudo epidemiológico. O objetivo desde segundo estudo foi avaliar fatores de risco sociodemográficos potenciais nos municípios do Rio de Janeiro e Fortaleza dentro do projeto ERICA.

Os resultados do segundo estudo desta tese sugerem que condições socioeconômicas mais precárias aumentam a chance de ocorrência de arboviroses. Reconheceu-se que a presença de esgoto a céu aberto e IIP foram os principais fatores que influenciaram na maior chance de ocorrência de infecção por Zika, dengue e chikungunya em adolescentes do município de Fortaleza. Foi identificado também que adolescentes do sexo masculino apresentaram maior chance de apresentar arboviroses, sugerindo algum tipo de comportamento ou contexto que favorecem esse achado. Para o município do Rio de Janeiro, apenas rede de abastecimento de água pareceu influenciar na chance de ocorrência das doenças estudadas.

A variabilidade observada na chance de arbovirose que pode ser atribuída a nível de bairro indica que possivelmente o nível bairro não capta adequadamente essas variâncias a nível de área. Isso ocorre provavelmente devido à grande heterogeneidade presente dentro dos bairros dos municípios estudados.

Em conjunto, esses achados indicam que áreas com limitação de acesso a medidas públicas de saneamento básico com vistas à melhoria dos domicílios e seu entorno levam à maior ocorrência de arboviroses. As condições socioeconômicas precárias, portanto, geram um impacto na saúde das populações, que por fim, gera impactos socioeconômicos perpetuando a condição de vulnerabilidade de territórios, populações e pessoas. As evidências geradas a partir desse estudo têm potencial de contribuir para que medidas de saúde pública sejam aplicadas em áreas e populações estratégicas, com características identificadas como prioritárias. Para isso, se faz necessário o fortalecimento de políticas públicas de melhoria na infraestrutura, na qualidade das condições do entorno de domicílios com vistas a fortalecer as ações de prevenção e controle dessas doenças.

REFERÊNCIAS

- ADEKOLU-JOHN E., FAGBAMI A. Arthropod-borne virus antibodies in sera of residents of Kainji Lake Basin, Nigeria 1980. *Trans R. Soc Trop Med Hyg* 1983.
- ALTHOUSE B.M., VASILAKIS N., SALL A.A., et al. Potential for Zika Virus to Establish a Sylvatic Transmission Cycle in the Americas. 2016.
- ANSELIN L. *Geographical Analysis*, Ohio State University Press, 1995, Vol. 27, No. 2.
- ANSELIN L. *GeoDa 1.8.14 User's guide*. Spatial Analysis Laboratory (SAL): Department of Agricultural and Consumer Economics, University of Illinois, Urbana-Champaign, IL, 2016.
- ARAÚJO T.V.B.D., XIMENES R.A.D.A., MIRANDA-FILHO D.D.B., et al. Association between microcephaly, Zika virus infection, and other risk factors in Brazil: final report of a case-control study. *The Lancet Infectious Diseases* 2018; 18:328-336.
- ARDUINO M.A.-O., MUCCI L.F., SANTOS L.M.D., et al. Importance of microenvironment to arbovirus vector distribution in an urban area, São Paulo, Brazil. 2020.
- BAILEY T.C., GATRELL A.C. *Interactive spatial data analysis*. 1995.
- BARRETO F.R., TEIXEIRA M.G., COSTA M.D.C.N., et al. Spread pattern of the first dengue epidemic in the city of Salvador, Brazil. *BMC Public Health* 2008; 8:51-51.
- BLOCH K.V., SZKLO M., KUSCHNIR M.C., et al. The Study of Cardiovascular Risk in Adolescents--ERICA: rationale, design and sample characteristics of a national survey examining cardiovascular risk factor profile in Brazilian adolescents. *BMC Public Health* 2015.
- BONIFAY T., DOUINE M., BONNEFOY C., et al. Poverty and Arbovirus Outbreaks: When Chikungunya Virus Hits More Precarious Populations Than Dengue Virus in French Guiana. *Open Forum Infect Dis* 2017.
- BOWMAN L.R., RUNGE-RANZINGER S., MCCALL P.J. Assessing the relationship between vector indices and dengue transmission: a systematic review of the evidence. 2014.

BRAGA C., LUNA C.F., MARTELLI C.M., et al. Seroprevalence and risk factors for dengue infection in socioeconomically distinct areas of Recife, Brazil. *Acta tropica* 2010; 113:10.1016/j.actatropica.2009.10.021.

BRAGA J.U., BRESSAN C., DALVI A.P.R., et al. Accuracy of Zika virus disease case definition during simultaneous Dengue and Chikungunya epidemics. *PLoS One* 2017.

BRASIL M.D.S. Preparação e resposta à introdução do vírus Chikungunya no Brasil.2014

BRASIL M.D.S. Boletim Epidemiológico: Monitoramento dos casos de dengue, febre de chikungunya e febre pelo vírus Zika até a Semana Epidemiológica 19, 2016. 2016a; 47 N° 25.

BRASIL M.D.S. Dengue : diagnóstico e manejo clínico : adulto e criança [recurso eletrônico] 2016b

BRASIL M.D.S. Nota informativa: Procedimentos a serem adotados para a vigilância da Febre do vírus Zika no Brasil.2016c

BRASIL M.D.S. Boletim Epidemiológico - Monitoramento dos casos de dengue, febre de chikungunya e febre pelo vírus Zika até a Semana Epidemiológica 52, 2016. Volume 48.2017

BRASIL M.D.S. Boletim Epidemiológico: Monitoramento dos casos de dengue, febre de chikungunya e febre pelo vírus Zika até a Semana Epidemiológica 7 de 2018. 49.2018

BRASIL M.D.S.D. Diretrizes nacionais para a prevenção e controle de epidemias de dengue.2009

BRASIL M.D.S.D. Vigilância em Saúde no Brasil 2003|2019: da criação da Secretaria de Vigilância em Saúde aos dias atuais.2019

BRITO C.A.A.D., CORDEIRO M.T. One year after the Zika virus outbreak in Brazil: from hypotheses to evidence. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical* 2016; 49:537-543.

CAMPOS G.S., BANDEIRA A.C., SARDI S.I. Zika Virus Outbreak, Bahia, Brazil. *Emerging Infectious Diseases journal* 2015.

CAUCHEMEZ S., BESNARD M., BOMPARD P., et al. Association between Zika virus and microcephaly in French Polynesia, 2013-15: a retrospective study. *Lancet* 2016.

CAVALCANTI L.P.D.G., FREITAS A.R.R., BRASIL P., et al. Surveillance of deaths caused by arboviruses in Brazil: from dengue to chikungunya. *Memorias do Instituto Oswaldo Cruz* 2017; 112:583-585.

CLIFF A.D., HAGGETT P. Spatial aspects of epidemic control. *Progress in Human Geography* 1989; 13:315-347.

CLIFF A.D., HAGGETT P., J.K.ORD, et al. *Spatial Diffusion: An Historical Geography of Epidemics in an Island Community*. Cambridge University Press, 1981.

COHEN J, TITA G. Diffusion in homicide: Exploring a general method for detecting spatial diffusion processes. *J Quant Criminol* 1999; 15(4):451-493.

CROMLEY E.K., MCLAFFERTY S.L. *GIS and Public Health*. 2012.

CROMWELL E.A.-O., STODDARD S.T., BARKER C.M., et al. The relationship between entomological indicators of *Aedes aegypti* abundance and dengue virus infection. 2017.

DICK D., KITCHEN S., HADDOW A. Zika virus. I. Isolations and serological specificity. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene* 1952.

DUPONT-ROUZEYROL M., O'CONNOR O., CALVEZ E., et al. Co-infection with Zika and dengue viruses in 2 patients, New Caledonia, 2014. *Emerging Infectious Diseases journal* 2015.

ELSINGA J., HALABI Y., GERSTENBLUTH I., et al. Consequences of a recent past dengue infection for acute and long-term chikungunya outcome: A retrospective cohort study in Curaçao. *Travel Medicine and Infectious Disease* 2018.

ENAMORADO T.E.D., FIFIELD B., IMAI K. Using a Probabilistic Model to Assist Merging of Large-Scale Administrative Records. *American Political Science Review* 2019; 113:353-371.

EUROPEAN CENTRE FOR DISEASE PREVENTION AND CONTROL E. Rapid risk assessment: Zika virus infection outbreak, French Polynesia. 2014

FARINELLI E.C., BAQUERO O.S., STEPHAN C., et al. Low socioeconomic condition and the risk of dengue fever: A direct relationship. *Acta tropica* 2018.

FILMER D., PRITCHETT L.H. Estimating wealth effects without expenditure data--or tears: an application to educational enrollments in states of India. 2001.

FREITAS A.R.R., CAVALCANTI L., VON ZUBEN A.P.B., et al. Excess Mortality Related to Chikungunya Epidemics in the Context of Co-circulation of Other Arboviruses in Brazil. *PLoS Currents* 2017; 9:ecurrents.outbreaks.14608e586cd321d8d5088652d7a0d884.

FULLER T.L., CALVET G., GENARO ESTEVAM C., et al. Behavioral, climatic, and environmental risk factors for Zika and Chikungunya virus infections in Rio de Janeiro, Brazil, 2015-16. *PLoS One* 2017.

GARDNER L.M., BÓTA A., GANGAVARAPU K., et al. Inferring the risk factors behind the geographical spread and transmission of Zika in the Americas. *PLoS Neglected Tropical Diseases* 2018; 12:e0006194.

GRARD G., CARON M., MOMBO I.M., et al. Zika Virus in Gabon (Central Africa) – 2007: A New Threat from *Aedes albopictus*? *PLoS Neglected Tropical Diseases* 2014; 8:e2681.

GUBLER D.J. Dengue and dengue hemorrhagic fever. *Clinical Microbiology Reviews* 1998.

GUBLER D.J. Epidemic dengue/dengue hemorrhagic fever as a public health, social and economic problem in the 21st century. *Trends in Microbiology* 2002; 10:100-103.

HENDY A., HERNANDEZ-ACOSTA E., CHAVES B.A., et al. Into the woods: Changes in mosquito community composition and presence of key vectors at increasing distances from the urban edge in urban forest parks in Manaus, Brazil. 2020.

IBGE I.B.D.G.E.E. Banco de Dados Agregados do Censo Demográfico - 2010. Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA). 2010.

IBGE I.B.D.G.E.E. Aglomerado Subnormal. Disponível: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/tipologias-do-territorio/15788-aglomerados-subnormais.html> [Último acesso: 2020], 2020a.

IBGE I.B.D.G.E.E., Fevereiro 2020. Aglomerado Subnormal. Disponível: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/tipologias-do-territorio/15788-aglomerados-subnormais.html?=&t=downloads> [Último acesso: Fevereiro, 2020], 2020b.

IOOS S., MALLET H.P., LEPARC GOFFART I., et al. Current Zika virus epidemiology and recent epidemics. *Med Mal Infect* 2014.

JAN C., LANGUILLAT G., RENAUDET J., et al. [A serological survey of arboviruses in Gabon]. *Bull Soc Pathol Exot* 1978.

JONES K.E., PATEL N.G., LEVY M.A., et al. Global trends in emerging infectious diseases. *Nature* 2008; 451:990-3.

LAM N.S.F., M.; LIU, K. . Spatial-Temporal Spread of the AIDS Epidemic, 1982-1990: A Correlogram Analysis of Four Regions of the United States. *Geographical Analysis* 1996; v. 28:93-107.

LEE J., LAY J.-G., CHIN W.C.B., et al. An Experiment to Model Spatial Diffusion Process with Nearest Neighbor Analysis and Regression Estimation. *International Journal Of Applied Geospatial Research* 2014; v. 5:1-15.

MACCORMACK-GELLES B., LIMA NETO A.S., SOUSA G.S., et al. Epidemiological characteristics and determinants of dengue transmission during epidemic and non-epidemic years in Fortaleza, Brazil: 2011-2015. 2018.

MCHALE T.C., ROMERO-VIVAS C.M., FRONTERRE C.A.-O., et al. Spatiotemporal Heterogeneity in the Distribution of Chikungunya and Zika Virus Case Incidences during their 2014 to 2016 Epidemics in Barranquilla, Colombia. LID - 10.3390/ijerph16101759 [doi] LID - 1759. 2019.

MELO M.S.S., BARRETO F.R., COSTA M.D.C.N., et al. Progression of the dengue virus circulation in the state of Bahia, 1994-2000 [in Portuguese]. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical* 2010; 43:139-144.

MERLO J., CHAIX B FAU - YANG M., YANG M FAU - LYNCH J., et al. A brief conceptual tutorial of multilevel analysis in social epidemiology: linking the statistical concept of clustering to the idea of contextual phenomenon. 2005.

METSKY H.C., MATRANGA C.B., WOHL S., et al. Zika virus evolution and spread in the Americas. *Nature* 2017.

MORATO D.G., BARRETO F.R., BRAGA J.U., et al. The spatiotemporal trajectory of a dengue epidemic in a medium-sized city. *Memorias do Instituto Oswaldo Cruz* 2015; 110:528-533.

MUSSO D., GUBLER D.J. Zika Virus. *Clin Microbiol Rev* 2016.

MUSSO D., NILLES E.J., CAO-LORMEAU V.M. Rapid spread of emerging Zika virus in the Pacific area. *Clin Microbiol Infect* 2014.

NETTO E.M., MOREIRA-SOTO A., PEDROSO C., et al. High Zika Virus Seroprevalence in Salvador, Northeastern Brazil Limits the Potential for Further Outbreaks. *Mbio* 2017.

OCAMPO C.B., MINA N.J., CARABALÍ M., et al. Reduction in dengue cases observed during mass control of *Aedes (Stegomyia)* in street catch basins in an endemic urban area in Colombia. 2014.

PAIXAO E.S., TEIXEIRA M.G., RODRIGUES L.C. Zika, chikungunya and dengue: the causes and threats of new and re-emerging arboviral diseases. *BMJ Global Health* 2018.

PAN AMERICAN HEALTH ORGANIZATION P., WORLD HEALTH ORGANIZATION W. Epidemiological Update, Zika Virus Infection, 16 October 2015

Disponível:

http://www.paho.org/hq/index.php?option=com_docman&task=doc_view&Itemid=270&gid=32021=en&lang=en [Último acesso: 26 May 2018, 2018], 2015.

PAPLOSKI I.A.D., RODRIGUES M.S., MUGABE V.A., et al. Storm drains as larval development and adult resting sites for *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in Salvador, Brazil. *Parasites & Vectors* 2016; 9:419.

PASSOS S.R.L., SANTOS M.A.B.D., CERBINO-NETO J., et al. Detection of Zika Virus in April 2013 Patient Samples, Rio de Janeiro, Brazil. *Emerging Infectious Disease journal* 2017; 23:2120.

QGIS E.D.D. QGIS Geographic Information System, 2016: Open Source Geospatial Foundation Project.

RIGAU-PEREZ J.G., G. C.G., GUBLER D.J., et al. Dengue and dengue haemorrhagic fever. *Lancet* 1998.

RODRIGUEZ-MORALES A.J. Zika: the new arbovirus threat for Latin America. *J. Infect Dev Ctries* 2015.

ROSSBACHER L.A. Nearest-Neighbour Analysis: A Technique for Quantitative Evaluation of Polygonal Ground Patterns. *Geografiska Annaler. Series A, Physical Geography* 1986; 68:101-105.

RUCKERT C., WEGER-LUCARELLI J., GARCIA-LUNA S.M., et al. Impact of simultaneous exposure to arboviruses on infection and transmission by *Aedes aegypti* mosquitoes. *Nature Communications* 2017.

RUSSELL B.M., MCBRIDE W.J.H., MULLNER H., et al. Epidemiological Significance of Subterranean *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) Breeding Sites to Dengue Virus Infection in Charters Towers, 1993. *Journal of Medical Entomology* 2002; 39:143-145.

SALVADOR F.S., FUJITA D.M. Entry routes for Zika virus in Brazil after 2014 world cup: New possibilities. *Travel Med Infect Dis* 2016.

SARIYAR M., BORG A. The RecordLinkage Package: Detecting Errors in Data *The R Journal* 2010; 2:2:pages 61-67.

SILVA M.M.O., RODRIGUES M.S., PAPLOSKI I.A.D., et al. Accuracy of Dengue Reporting by National Surveillance System, Brazil. *Emerging Infectious Diseases* 2016; 22:336-339.

SIMPSON D.I. ZIKA VIRUS INFECTION IN MAN. *Trans R. Soc Trop Med Hyg* 1964.

SMITHBURN K.C. Neutralizing antibodies against arthropod-borne viruses in the sera of long-time residents of Malaya and Borneo. *Am J. Hyg* 1954.

SOARES E.N.L., SANTOS M.A.B., MACEDO L.O., et al. Spatial distribution of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) in vulnerable areas for the transmission of arboviruses. 2019.

SOMMET N., MORSELLI D. Keep calm and learn multilevel logistic modeling: A simplified three-step procedure using Stata, R, Mplus, and SPSS. *International Review of Social Psychology* 2017; 30.

STATA CORP. Stata: Release 13. Statistical Software: College Station, TX: StataCorp LP, 2013.

TAYLOR L.H., LATHAM S.M., WOOLHOUSE M.E. Risk factors for human disease emergence. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci* 2001; 356:983-9.

TEIXEIRA M.D.G., BARRETO M.L., GUERRA Z. Epidemiologia e medidas de prevenção do Dengue. *Informe Epidemiológico do Sus* 1999; 8:5-33.

TEIXEIRA M.G., ANDRADE A.M.S., COSTA M.D.C.N., et al. East/Central/South African Genotype Chikungunya Virus, Brazil, 2014. *Emerging Infectious Disease journal* 2015; 21:906.

VYAS S., KUMARANAYAKE L. Constructing socio-economic status indices: how to use principal components analysis. 2006.

ZANLUCA C., MELO V.C.A.D., MOSIMANN A.L.P., et al. First report of autochthonous transmission of Zika virus in Brazil. *Memorias do Instituto Oswaldo Cruz* 2015; 110:569-572.

ZELLWEGER R.M., CANO J., MANGEAS M., et al. Socioeconomic and environmental determinants of dengue transmission in an urban setting: An ecological study in Nouméa, New Caledonia. 2017.

ANEXO 1



QUESTIONÁRIO DO ADOLESCENTE

ERICA

Estudo de Riscos Cardiovasculares em Adolescentes
Informações sobre a escola

[Dados a serem informados pela equipe de campo]

1. UF: |__|__|
2. Código IBGE da UF: |__|__|__|
3. Município: _____
4. Código IBGE Município: |__|__|__|
5. Nome da Escola: _____
6. Endereço e Bairro: _____
7. Tipo de Escola: Pública Privada
8. Turno: Manhã Tarde Noite
9. Turma: _____
10. Data de Aplicação do Questionário: |__|__|/|__|__|/|__|__|__|__|

- *Este questionário que você irá responder agora faz parte de uma pesquisa que está sendo realizada em todo o país, com o objetivo de conhecer alguns aspectos importantes da saúde do(as) adolescentes. Você não será identificado(a). Suas respostas serão secretas e apenas o resultado geral da pesquisa será divulgado.*
- *Aparecerá uma pergunta por tela.*
- *Você deve ler a pergunta e clicar na resposta encostando a “caneta” do aparelho no local ao lado da opção escolhida.*
- *Depois de marcada a sua resposta, clique na seta azul na parte inferior da tela para passar para a pergunta seguinte.*
- *Você poderá voltar para a pergunta anterior utilizando a seta azul .*
- *Algumas perguntas apresentam respostas longas, em que mais de uma tela é necessária para visualizar todas as respostas. Nestas perguntas, aparecerá uma seta laranja para você passar para a tela seguinte.*
- *Você poderá voltar para a tela anterior utilizando a seta ou ir em frente com a seta , passando para mais opções da mesma pergunta enquanto a seta estiver presente.*
- *No final da pergunta, você verá a seta azul na parte inferior da tela para passar para a próxima pergunta.*
- *Se tiver qualquer dúvida sobre como responder alguma pergunta, peça ajuda ao supervisor da pesquisa ou ao professor.*

As próximas perguntas referem-se a você e à sua casa.

Bloco 1: Aspectos Sócio-Demográficos

1. Qual é o seu sexo?

1. Feminino 2. Masculino

2. Qual é a sua cor ou raça?

1. Branca
2. Negra / Preta
3. Parda / mulata / morena / mestiça / cabocla / cafuza / mameluca
4. Amarela (oriental)
5. Indígena
77. Não sei / prefiro não responder

3. Qual é a sua idade? anos

4. Qual é a escolaridade de sua mãe?

1. Analfabeta/menos de 1 ano de instrução
2. 1 a 3 anos do Ensino Fundamental (Primeiro Grau)
3. 4 a 7 anos de Ensino Fundamental (Primeiro Grau)
4. Ensino Fundamental (Primeiro Grau) completo
5. Ensino Médio (Segundo grau) incompleto
6. Ensino Médio (Segundo grau) completo
7. Superior incompleto
8. Superior completo
77. Não sei/não lembro/prefiro não responder

5. Quantos cômodos têm sua residência? (considere quartos, salas, cozinha) cômodos

6. Contando com você, quantas pessoas moram na sua residência (casa ou apartamento)? pessoas

7. Contando com você, quantas pessoas dormem no mesmo quarto ou cômodo que você? pessoas

8. Na residência em que você mora, há quantas televisões?

- 0. nenhuma
- 1. uma
- 2. duas
- 3. três
- 4. quatro ou mais
- 77. Não sei / não lembro / prefiro não responder

9. Na residência em que você mora, há quantos rádios (inclusive integrado a outro aparelho)?

- 0. nenhum
- 1. um
- 2. dois
- 3. três
- 4. quatro ou mais
- 77. Não sei / não lembro / prefiro não responder

12. Na residência em que você mora, há quantos banheiros?

- 0. nenhum
- 1. um
- 2. dois
- 3. três
- 4. quatro ou mais
- 77. Não sei / não lembro / prefiro não responder

13. Na residência em que você mora, há quantos automóveis / carro para uso pessoal ou da família (não considerar taxis, vans ou caminhonetes usadas para fretes, ou qualquer veículo usado para atividade profissional)?

- 0. nenhum
- 1. um
- 2. dois
- 3. três
- 4. quatro ou mais
- 77. Não sei / não lembro / prefiro não responder

14. Na residência em que você mora, há quantas(os) empregadas(os) domésticas(os) mensalistas, quer dizer, que trabalham em sua casa de modo permanente por cinco ou mais dias por semana, incluindo babás, motoristas, cozinheiras, etc?

- 0. nenhum(a)
- 1. um(a)
- 2. dois (duas)
- 3. três
- 4. quatro ou mais
- 77. Não sei / não lembro / prefiro não responder

15. Na casa em que você mora, há quantas máquinas de lavar roupa?

- 0. nenhuma
- 1. uma
- 2. duas
- 3. três
- 4. quatro ou mais
- 77. Não sei / não lembro / prefiro não responder

16. Na residência em que você mora, há quantas máquinas de secar roupa? (Considerar máquinas com dupla função de lavadora e secadora)

- 0. nenhuma
- 1. uma
- 2. duas
- 3. três
- 4. quatro ou mais
- 77. Não sei / não lembro / prefiro não responder

17. Na residência em que você mora, há quantos videocassetes/aparelhos de DVD?

- 0. nenhum
- 1. um
- 2. dois
- 3. três
- 4. quatro ou mais
- 77. Não sei / não lembro / prefiro não responder

18. Na residência em que você mora, há quantas geladeiras?

- 0. nenhum
- 1. um
- 2. dois
- 3. três
- 4. quatro ou mais
- 77. Não sei / não lembro / prefiro não responder

19. Na residência em que você mora, há quantos *freezers*? (considerar aparelho independente ou 2ª porta externa da geladeira duplex)

- 0. nenhum
 - 1. um
 - 2. dois
 - 3. três
 - 4. quatro ou mais
77. Não sei / não lembro / prefiro não responder

20. Na residência em que você mora, há quantos fornos de micro-ondas? (considerar aparelho de micro-ondas e forno elétrico)

- 0. nenhum
 - 1. um
 - 2. dois
 - 3. três
 - 4. quatro ou mais
77. Não sei / não lembro / prefiro não responder

21. Na residência em que você mora, há quantas máquinas de lavar louça?

- 0. nenhum
 - 1. um
 - 2. dois
 - 3. três
 - 4. quatro ou mais
77. Não sei / não lembro / prefiro não responder

22. Na residência em que você mora, há quantas motocicletas/moto (para uso pessoal ou da família)?

- 0. nenhuma
 - 1. uma
 - 2. duas
 - 3. três
 - 4. quatro ou mais
77. Não sei / não lembro / prefiro não responder

23. Na residência em que você mora, possui algum tipo de acesso à rede de internet?

- Sim, por wi-fi ou modem 3G/4G ou cabo de rede
 Sim, apenas pelo celular
 Não tenho nenhum acesso à internet em casa

24. Na residência em que você mora, tem computador?

1. Não
 2. Sim, com acesso a Internet
 3. Sim, sem acesso a Internet

25. Na residência em que você mora, há quantos computadores? (considerando computadores de mesa, laptops, notebooks e netbooks e DESCONSIDERANDO tablets, palms ou smartphones)

5. nenhum
 6. um
 7. dois
 8. três
 9. quatro ou mais
 77. Não sei / não lembro / prefiro não responder

26. De onde vem a água utilizada que abastece a residências em que você mora?

- Rede geral de distribuição
 Poço ou nascente
 Outro meio
 Não sei/ não lembro/ prefiro não responder

27. Como você considera o trecho da rua do seu domicílio?

- Asfaltada / pavimentada
 Terra / Cascalho
 Não sei / não lembro

28. Quem você considera o(a) chefe da sua família?

1. Meu pai (seguir para 22.A)
 2. Minha mãe (seguir para Bloco 2)
 3. Outra pessoa (seguir para 22.B)
 77. Não sei / prefiro não responder (seguir para Bloco 2)

[Aqui o PDA deverá encaminhar a tela para a pergunta correspondente à opção assinalada, na questão anterior. No caso da mãe, a escolaridade já foi avaliada]

29. A. Qual é a escolaridade do seu pai?

1. Analfabeto/menos de 1 ano de instrução
2. 1 a 3 anos do Ensino Fundamental (Primeiro Grau)
3. 4 a 7 anos de Ensino Fundamental (Primeiro Grau)
4. Ensino Fundamental (Primeiro Grau) completo
5. Ensino Médio (Segundo grau) incompleto
6. Ensino Médio (Segundo grau) completo
7. Superior incompleto
8. Superior completo
77. Não sei/não lembro/prefiro não responder

30. B. Qual é a escolaridade do chefe de sua família?

1. Analfabeto/menos de 1 ano de instrução
2. 1 a 3 anos do Ensino Fundamental (Primeiro Grau)
3. 4 a 7 anos de Ensino Fundamental (Primeiro Grau)
4. Ensino Fundamental (Primeiro Grau) completo
5. Ensino Médio (Segundo grau) incompleto
6. Ensino Médio (Segundo grau) completo
7. Superior incompleto
8. Superior completo
- 77 Não sei/não lembro/prefiro não responder

Bloco 2: Trabalho

As próximas questões referem-se a trabalho.

31. DURANTE O ÚLTIMO ANO, você trabalhou (ou trabalha) recebendo pagamento em dinheiro ou bens? VOCÊ PODE MARCAR MAIS DE UMA OPÇÃO.

1. Não Trabalhei
2. Como empregado (no comércio, plantação, criação de animais, pesca, obra, escritório ou empresa)?
3. Como estagiário (no comércio, plantação, criação de animais, pesca, obra, escritório ou empresa)?

4. Por conta própria/Fazendo biscates (no comércio, plantação, criação de animais, pesca, obra)?
5. Em casa de família, fazendo serviço doméstico (arrumando ou limpando ou cozinhando) ou cuidando de criança(s)?

32. DURANTE O ÚLTIMO ANO, você trabalhou (ou trabalha) SEM receber pagamento em dinheiro ou bens? VOCÊ PODE MARCAR MAIS DE UMA OPÇÃO.

1. Não Trabalhei
2. Como empregado (no comércio, plantação, criação de animais, pesca, obra, escritório ou empresa)?
3. Como estagiário (no comércio, plantação, criação de animais, pesca, obra, escritório ou empresa)?
4. Por conta própria/Fazendo biscates (no comércio, plantação, criação de animais, pesca, obra)?
5. Em sua casa, fazendo serviço doméstico (arrumando ou limpando ou cozinhando) ou cuidando de criança(s)?
6. Em casa de família, fazendo serviço doméstico (arrumando ou limpando ou cozinhando) ou cuidando de criança(s)?

33. Atualmente, quantas horas por semana você trabalha?

- a. Não trabalho atualmente
- b. Menos de 2 horas
- c. De 2 a 6 horas d. De 7 a 10 horas e. De 11 a 15 horas f. De 16 a 20 horas g. De 21 a 30 horas h. De 31 a 40 horas
77. Não sei / prefiro não responder

34. No último ano você sofreu algum acidente ou ficou doente por causa de trabalho?

- a. Não trabalhei no último ano
- b. Sim
- c. Não
- d. Não sei / não lembro / prefiro não responder

Bloco 3: Atividade Física

As próximas perguntas referem-se à prática de atividade física. Leia com atenção a lista de atividades físicas que se encontra abaixo e assinale aquelas que você praticou na SEMANA PASSADA. Você deve incluir as atividades realizadas na escola e também as realizadas fora da escola. VOCÊ PODE MARCAR MAIS DE UMA ATIVIDADE.

35. Você faz educação física na escola?

Sim

Não

Não estou mais na escola

36. Na SEMANA PASSADA você praticou:

- | | |
|---|--------------------------|
| a.Futebol (campo, de rua, clube) | <input type="checkbox"/> |
| b.Futsal | <input type="checkbox"/> |
| c.Handebol | <input type="checkbox"/> |
| d.Basquete | <input type="checkbox"/> |
| e.Andar de patins, skate | <input type="checkbox"/> |
| f.Atletismo | <input type="checkbox"/> |
| g.Natação | <input type="checkbox"/> |
| h.Ginástica olímpica, rítmica | <input type="checkbox"/> |
| i.Judô, karatê, capoeira, outras lutas | <input type="checkbox"/> |
| j.Jazz, <i>ballet</i> , dança moderna, outros tipos de dança | <input type="checkbox"/> |
| l.Correr, trotar (<i>jogging</i>) | <input type="checkbox"/> |
| m.Andar de bicicleta | <input type="checkbox"/> |
| n.Caminhar como exercício físico | <input type="checkbox"/> |
| o.Caminhar como meio de transporte (ir à escola, trabalho, casa de um amigo). <i>Considerar o tempo de ida e volta.</i> | <input type="checkbox"/> |
| p.Vôlei de quadra | <input type="checkbox"/> |
| q.Vôlei de praia ou de areia | <input type="checkbox"/> |
| r.Queimado, baleado, caçador, pular cordas | <input type="checkbox"/> |
| s.Surfe, <i>bodyboard</i> | <input type="checkbox"/> |
| t.Musculação | <input type="checkbox"/> |
| u.Exercícios abdominais, flexões de braços, pernas | <input type="checkbox"/> |

- v. Tênis de campo (quadra)
- x. Passear com o cachorro
- y. Ginástica de academia, ginástica aeróbica
- w. Futebol de praia

37. Musculação (exemplo)

Na escola

Fora da escola

Dentro e fora da escola

Quantos dias na semana

Tempo por dia

Bloco 4: Alimentação

Agora você responderá perguntas sobre seus hábitos alimentares.

38. Você come a merenda oferecida pela escola?

1. Minha escola não oferece merenda
2. Não como a merenda da escola
3. Como merenda da escola às vezes
4. Como merenda da escola quase todos os dias
5. Como merenda da escola todos os dias
6. Não estou mais na escola

39. Você compra lanche na cantina (bar) da escola?

1. Não compro lanche na cantina da escola
2. Compro lanche na cantina da escola às vezes
3. Compro lanche na cantina da escola quase todos os dias
4. Compro lanche na cantina da escola todos os dias
5. Na minha escola não tem cantina

40. Você toma o café-da-manhã?

1. Não tomo café-da-manhã
2. Tomo café-da-manhã às vezes
3. Tomo café-da-manhã quase todos os dias
4. Tomo café-da-manhã todos os dias

41. Você almoça assistindo TV?

1. Não almoço assistindo TV
2. Almoço assistindo TV às vezes
3. Almoço assistindo TV quase todos os dias
4. Almoço assistindo TV todos os dias

42. Você janta assistindo TV?

1. Não janto assistindo TV
2. Janto assistindo TV às vezes
3. Janto assistindo TV quase todos os dias
4. Janto assistindo TV todos os dias

43. Seu pai (ou padrasto) ou sua mãe (ou madrasta) ou responsável almoçam com você?

1. Meus pais ou responsável nunca ou quase nunca almoçam comigo
2. Meus pais ou responsável almoçam comigo às vezes
3. Meus pais ou responsável almoçam comigo quase todos os dias
4. Meus pais ou responsável almoçam comigo todos os dias

44. Seu pai (ou padrasto) ou sua mãe (ou madrasta) ou responsável jantam com você?

1. Meus pais ou responsável nunca ou quase nunca jantam comigo
2. Meus pais ou responsável jantam comigo às vezes
3. Meus pais ou responsável jantam comigo quase todos os dias
4. Meus pais ou responsável jantam comigo todos os dias

45. Você assiste TV comendo petiscos como pipoca, biscoitos, salgadinhos, sanduíches, chocolates ou balas?

1. Não assisto TV comendo petiscos
2. Assisto TV comendo petiscos às vezes
3. Assisto TV comendo petiscos quase todos os dias
4. Assisto TV comendo petiscos todos os dias

46. Você come petiscos como pipoca, biscoitos, salgadinhos, sanduíches, chocolates ou balas usando o computador ou jogando videogame?

1. Não como petiscos usando o computador ou jogando videogame
2. Como petiscos usando o computador ou jogando videogame às vezes
3. Como petiscos usando o computador ou jogando videogame quase todos os dias
4. Como petiscos usando o computador ou jogando videogame todos os dias

47. Quantos copos de água você bebe em um dia?

- a. Não bebo água
- b. 1 a 2 copos por dia
- c. 3 a 4 copos por dia
- d. Pelo menos 5 ou mais copos por dia

48. Nos ÚLTIMOS 7 DIAS (1 semana), quantos dias você comeu peixe?

1. Não como peixe
2. Não comi peixe nos últimos 7 dias
3. Comi peixe 1 ou 2 dias por semana
4. Comi peixe 3 ou 4 dias por semana
5. Comi peixe 5 ou 6 dias por semana
6. Comi peixe todos os dias
77. Não lembro

49. Nos ÚLTIMOS 7 DIAS (1 semana), quantos dias você usou adoçante ou algum produto *light* / *diet*?

- a. Não uso adoçante ou produto *diet* / *light*
- b. Não usei adoçante ou produto *diet* / *light* nos últimos 7 dias
- c. Usei adoçante ou produto *diet* / *light* 1 ou 2 dias por semana
- d. Usei adoçante ou produto *diet* / *light* 3 ou 4 dias por semana
- e. Usei adoçante ou produto *diet* / *light* 5 ou 6 dias por semana
- f. Usei adoçante ou produto *diet* / *light* todos os dias
77. Não sei / não lembro

50. Em UM DIA DE SEMANA COMUM, quantas horas você usa computador?

1. Não faço essas atividades em um dia se semana comum
2. Menos de 1 hora por dia
3. Cerca de 1 hora por dia
4. Cerca de 2 horas por dia
5. Cerca de 3 horas por dia
6. Cerca de 4 horas por dia

7. Cerca de 5 horas por dia
8. Cerca de 6 horas por dia
9. Cerca de 7 ou mais horas por dia
77. Não sei / não lembro

51. Em UM DIA DE SEMANA COMUM, quantas horas você assiste TV?

1. Não faço essas atividades em um dia se semana comum
2. Menos de 1 hora por dia
3. Cerca de 1 hora por dia
4. Cerca de 2 horas por dia
5. Cerca de 3 horas por dia
6. Cerca de 4 horas por dia
7. Cerca de 5 horas por dia
8. Cerca de 6 horas por dia
9. Cerca de 7 ou mais horas por dia
77. Não sei / não lembro

52. Em UM DIA DE SEMANA COMUM, quantas horas você joga videogame?

1. Não faço essas atividades em um dia se semana comum
2. Menos de 1 hora por dia
3. Cerca de 1 hora por dia
4. Cerca de 2 horas por dia
5. Cerca de 3 horas por dia
6. Cerca de 4 horas por dia
7. Cerca de 5 horas por dia
8. Cerca de 6 horas por dia
9. Cerca de 7 ou mais horas por dia
77. Não sei / não lembro

Bloco 5: Tabagismo (fumo, uso de cigarros ou outros produtos que produzem fumaça)

Você responderá agora perguntas sobre sua experiência com o fumo. Nesta seção, não considere os cigarros de maconha.

53. Alguma vez você tentou ou experimentou fumar cigarros, mesmo uma ou duas tragadas?

1. Sim 0. Não

54. Quantos anos você tinha quando tentou ou experimentou fumar cigarros, mesmo uma ou duas tragadas?

0. Nunca experimentei
1. 9 anos ou menos
2. 10 anos
3. 11 anos
4. 12 anos
5. 13 anos
6. 14 anos
7. 15 anos
8. 16 anos
9. 17 anos ou mais
77. Não sei / não lembro

55. Você já fumou cigarros em pelo menos 7 dias seguidos, quer dizer, durante uma semana inteira?

1. Nunca fumei cigarros 2. Sim 3. Não 77. Não sei / não lembro

56. Atualmente, você fuma?

1. Sim 0. Não

57. Nos ÚLTIMOS 30 DIAS (um mês), em quantos dias você fumou cigarros?

0. Nunca fumei cigarros
1. Nenhum
2. 1 ou 2 dias
3. 3 a 5 dias
4. 6 a 9 dias
5. 10 a 19 dias
6. 20 a 29 dias
7. Todos os 30 dias
77. Não sei / não lembro

58. Nos ÚLTIMOS 30 DIAS (um mês), nos dias em que fumou, quantos cigarros você fumou em média?

- 0. Nunca fumei cigarros
- 1. Não fumei cigarros nos últimos 30 dias
- 2. Menos de 1 cigarro por dia
- 3. 1 cigarro por dia
- 4. 2 a 5 cigarros por dia
- 5. 6 a 10 cigarros por dia
- 6. 11 a 20 cigarros por dia
- 7. 21 a 30 cigarros por dia
- 8. Mais de 30 cigarros por dia
- 77. Não sei / não lembro

59. Quantos anos você tinha quando começou a fumar diariamente?

- 0. Nunca fumei cigarros
- 1. Nunca fumei cigarros diariamente
- 2. 9 anos ou menos
- 3. 10 anos
- 4. 11 anos
- 5. 12 anos
- 6. 13 anos
- 7. 14 anos
- 8. 15 anos
- 9. 16 anos
- 10. 17 anos ou mais
- 77. Não sei / não lembro

60. Você fuma cigarros de menta, mentol, hortelã?

- Não fumo cigarros
- Sim
- Não

61. Você fuma cigarros de cravo, ou bali?

- Não fumo cigarros
- Sim
- Não

62. Você fuma cigarros de baunilha, creme, cereja, morango, chocolate, outro sabor?

- Não fumo cigarros
 Sim
 Não

62. Quando você começou a fumar, que tipo de cigarros você fumava mais:

- 0| Nunca fumei cigarros
 1| Cigarros com sabor de hortelã, mentol, menta
 2| Cigarros de bali, com sabor de cravo
 3| Cigarros com sabor de baunilha, creme, cereja, chocolate, morango, outro
 sabor 4| cigarros comuns/sem sabor

63. Qual(is) motivo(s) faz/fizeram você fumar cigarros com sabor? (pode marcar mais de uma opção)

- 0| Nunca fumei cigarros
 1| São mais saborosos
 2| Não irritam a garganta
 3| São mais charmosos
 4| Os maços são mais bonitos
 5 | Outro
 77| Não sei

Agora você responderá perguntas sobre contato com a fumaça de cigarros, cachimbos ou charutos de outras pessoas que fumam ao seu redor. Não considere os cigarros de maconha.

64. Você fica em contato com a fumaça de cigarros (ou de charutos, cachimbos, cigarrilhas) de outras pessoas na casa em que você mora?

1. Sim 0. Não

65. Quantos dias por semana você normalmente fica em contato com a fumaça de cigarros (ou de charutos, cachimbos, cigarrilhas) de outras pessoas na casa em que você mora?

0. Não fico exposto(a) à fumaça de cigarros de outras pessoas na casa em que moro
 1. menos de 1 dia
 2. 1 a 2 dias
 3. 3 a 4 dias
 4. 5 a 6 dias

5. Todos os dias da semana
77. Não sei

66. Quantas pessoas da sua família ou que convivem com você fumam na casa em que você mora, sem contar você?

0. Nenhuma pessoa fuma na casa em que moro
1. 1 pessoa
2. 2 - 3 pessoas
3. 4 pessoas ou mais

67. Você fica em contato com a fumaça de cigarros (ou de charutos, cachimbos, cigarrilhas) de outras pessoas fora de casa (na escola, festas, bares, trabalho ou outros lugares) a ponto de sentir o cheiro?

1. Sim 0. Não

Bloco 6: Uso de Bebidas Alcoólicas

Agora você responderá algumas perguntas sobre consumo de bebidas alcoólicas.

68. Que idade você tinha quando tomou PELO MENOS UM COPO OU UMA DOSE de bebida alcoólica pela primeira vez? Não considere as vezes em que você provou ou bebeu apenas alguns goles.

0. Nunca experimentei ou tomei bebida alcoólica
1. Nunca experimentei ou tomei bebida alcoólica, além de alguns goles
2. 9 anos ou menos
3. 10 anos
4. 11 anos
5. 12 anos
6. 13 anos
7. 14 anos
8. 15 anos
9. 16 anos
10. 17 anos ou mais
77. Não sei / não lembro

69. Nos ÚLTIMOS 30 DIAS (um mês), em quantos dias você tomou PELO MENOS UM COPO OU UMA DOSE de bebida alcoólica?

0. Nunca tomei bebida alcoólica
1. Nenhum dia

- 2. 1 ou 2 dias
- 3. 3 a 5 dias
- 4. 6 a 9 dias
- 5. 10 a 19 dias
- 6. 20 a 29 dias
- 7. Todos os 30 dias
- 77. Não sei / não lembro

70. Nos ÚLTIMOS 30 DIAS (um mês), nos dias em que você tomou alguma bebida alcoólica, quantos copos ou doses você tomou em média?

- 0. Nunca tomei bebida alcoólica
- 1. Não tomei nenhuma bebida alcoólica nos últimos 30 dias
- 2. Menos de um copo ou dose
- 3. 1 copo ou 1 dose
- 4. 2 copos ou 2 doses
- 5. 3 copos ou 3 doses
- 6. 4 copos ou 4 doses
- 7. 5 copos ou mais ou 5 doses ou mais nos últimos 30 dias
- 77. Não sei / não lembro

71. Que tipo de bebida alcoólica você toma na maioria das vezes?

- 1. Eu não tomo bebida alcoólica
- 2. Cerveja
- 3. Vinho
- 4. Ice
- 5. Cachaça ou drinques a base de cachaça
- 6. Drinques a base de tequila, vodka, ou rum
- 7. Outro tipo de bebida

Bloco 7: Saúde Reprodutiva

Agora você responderá algumas perguntas sobre sua saúde sexual e reprodutiva.

[Caso o adolescente seja: Do sexo feminino: seguir em frente / Do sexo masculino: ir para a pergunta 74]

72. Com que idade você ficou menstruada pela primeira vez?

- 0. Ainda não menstruei

1. 9 anos ou menos
2. 10 anos
3. 11 anos
4. 12 anos
5. 13 anos
6. 14 anos
7. 15 anos
8. 16 anos
9. 17 anos ou mais
77. Não sei / não lembro

73. Você menstrua todo mês?

0. Nunca menstruei 1. Sim 2. Não

74. Com que idade surgiram os primeiros pelos na região genital?

0. Não tenho pelos pubianos
1. 9 anos ou menos
2. 10 anos
3. 11 anos
4. 12 anos
5. 13 anos
6. 14 anos
7. 15 anos
8. 16 anos
9. 17 anos ou mais
77. Não sei / não lembro

75. Você já teve alguma relação sexual?

1. Sim 2. Não

76. Com que idade você teve a primeira relação sexual?

0. Nunca tive relação sexual
1. 9 anos ou menos
2. 10 anos
3. 11 anos
4. 12 anos
5. 13 anos
6. 14 anos
7. 15 anos

8. 16 anos
9. 17 anos ou mais
77. Não sei / não lembro

77. Da última vez que você teve relação sexual você ou seu(sua) parceiro(a) utilizaram (pode marcar mais de uma opção):

- Nunca tive relação sexual
 Camisinha
 Pílula anticoncepcional
 Pílula do dia seguinte
 Outro

[Caso o adolescente seja: Do sexo feminino: seguir em frente
Do sexo masculino: ir para o próximo bloco]

78. Você usa pílula anticoncepcional?

1. Sim 2. Não

79. Você está grávida?

1. Sim 2. Não

Bloco 8: Saúde Bucal

As questões a seguir tratam da higiene e saúde da sua boca.

80. Sua gengiva sangra?

1. Sim 2. Não

81. Quando foi a última vez que você foi ao(à) dentista?

0. Nunca fui ao dentista
1. Menos de 6 meses
2. 6 meses ou mais
77. Não sei / não lembro

82. Quantas vezes ao dia, normalmente, você escova os dentes?

0. nenhuma

1. uma
2. duas
3. três
4. mais de três

83. Para fazer a limpeza de seus dentes, você normalmente usa escova de dente?

1. Sim
2. Não

84. Para fazer a limpeza de seus dentes, você normalmente usa fio dental?

1. Sim
2. Não

85. Para fazer a limpeza de seus dentes, você normalmente usa pasta de dente?

- a. Sim
2. Não

Bloco 9: Morbidade Referida

Agora você responderá questões sobre sua saúde de um modo geral.

86. Algum médico já lhe disse que você tem ou teve pressão alta (hipertensão)?

1. Sim
2. Não
77. Não sei / não lembro

87. Quantos anos você tinha quando o médico lhe disse pela primeira vez que você apresentava pressão alta (hipertensão)?

0. Nenhum médico me disse que eu tenho ou tive pressão alta
1. Menos de 12 anos
2. 12 anos
3. 13 anos
4. 14 anos
5. 15 anos
6. 16 anos
7. 17 anos ou mais
77. Não sei / não lembro

88. Você toma algum remédio para pressão alta (hipertensão)?

1. Sim
2. Não
77. Não sei / não lembro

76. Algum médico já disse que você tem açúcar alto no sangue (tem diabetes)?

1. Sim 2. Não 77. Não sei / não lembro

89. Quantos anos você tinha quando o médico lhe disse pela primeira vez que você apresentava açúcar alto no sangue (diabetes)?

0. Nenhum médico me disse que eu sou diabético
1. menos de 12 anos
2. 12 anos
3. 13 anos
4. 14 anos
5. 15 anos
6. 16 anos
7. 17 anos ou mais
77. Não sei / não lembro

90. Você toma algum remédio para açúcar alto no sangue (diabetes)?

1. Sim 2. Não 77. Não sei / não lembro

91. Que tipo de medicamento para açúcar alto no sangue (diabetes) você usa?

0. Não uso medicamento para diabetes
1. Comprimido
2. Insulina

92. Algum médico disse que você tem ou teve gorduras aumentadas no sangue (colesterol ou triglicerídeos)?

1. Sim 2. Não 77. Não sei / não lembro

93. Quantos anos você tinha quando o médico lhe disse pela primeira vez que você apresentava gorduras aumentadas no sangue (colesterol ou triglicerídeos)?

0. Nenhum médico me disse que eu apresentava gorduras aumentadas no sangue
1. Menos de 12 anos
2. 12 anos
3. 13 anos
4. 14 anos
5. 15 anos
6. 16 anos

7. 17 anos ou mais
77. Não sei / não lembro

94. Nos ÚLTIMOS 12 MESES (um ano), quantas crises de sibilos (chiado no peito) você teve?

0. Nunca tive crises de sibilos (chiado no peito)
1. Nenhuma crise nos últimos 12 meses
1. 1 a 3 crises
2. 4 a 12 crises
3. Mais de 12 crises
77. Não sei / não lembro

95. Algum médico lhe disse que você tem asma?

1. Sim 2. Não 77. Não sei / não lembro

96. Você está satisfeito com o seu peso?

1. Sim 2. Não

97. Na sua opinião o seu peso atual é?

1. Abaixo do ideal
2. Ideal
3. Acima do ideal
4. Muito acima do ideal

98. Como você gostaria que fosse o seu peso?

1. Eu estou satisfeito com meu peso
2. Menor
3. Muito menor
4. Maior
5. Muito maior

Bloco 10: Sono

Agora você responderá a perguntas sobre sono.

99. Em UM DIA DE SEMANA COMUM, a que horas você costuma dormir?

	1 hora da manhã
	2 horas da manhã
	3 horas da manhã
	4 horas da manhã
	5 horas da manhã
	6 horas da manhã
	7 horas da manhã
	8 horas da manhã
	9 horas da manhã
	10 horas da manhã
	11 horas da manhã
	Meio dia
	1 hora da tarde
	2 horas da tarde
	3 horas da tarde
	4 horas da tarde
	5 horas da tarde
	6 horas da noite
	7 horas da noite
	8 horas da noite
	9 horas da noite
	10 horas da noite
	11 horas da noite
	Meia noite



100. Em UM DIA DE SEMANA COMUM, a que horas você costuma acordar?

	1 hora da manhã
	2 horas da manhã
	3 horas da manhã
	4 horas da manhã
	5 horas da manhã
	6 horas da manhã
	7 horas da manhã
	8 horas da manhã
	9 horas da manhã
	10 horas da manhã
	11 horas da manhã
	Meio dia
	1 hora da tarde
	2 horas da tarde
	3 horas da tarde
	4 horas da tarde
	5 horas da tarde
	6 horas da noite
	7 horas da noite
	8 horas da noite
	9 horas da noite
	10 horas da noite
	11 horas da noite
	Meia noite

101. Nos FINS DE SEMANA, a que horas você costuma dormir?

	1 hora da manhã
	2 horas da manhã
	3 horas da manhã
	4 horas da manhã
	5 horas da manhã
	6 horas da manhã
	7 horas da manhã
	8 horas da manhã
	9 horas da manhã
	10 horas da manhã
	11 horas da manhã
	Meio dia
	1 hora da tarde
	2 horas da tarde



	3 horas da tarde
	4 horas da tarde
	5 horas da tarde
	6 horas da noite
	7 horas da noite
	8 horas da noite
	9 horas da noite
	10 horas da noite
	11 horas da noite
	Meia noite

102. Nos FINS DE SEMANA, a que horas você costuma acordar?

	1 hora da manhã
	2 horas da manhã
	3 horas da manhã
	4 horas da manhã
	5 horas da manhã
	6 horas da manhã
	7 horas da manhã
	8 horas da manhã
	9 horas da manhã
	10 horas da manhã
	11 horas da manhã
	Meio dia
	1 hora da tarde
	2 horas da tarde
	3 horas da tarde
	4 horas da tarde
	5 horas da tarde
	6 horas da noite
	7 horas da noite
	8 horas da noite
	9 horas da noite
	10 horas da noite
	11 horas da noite
	Meia noite

Bloco 11: Ânimo/Disposição

Agora, nós gostaríamos de saber como você tem passado, nas ÚLTIMAS DUAS SEMANAS, em relação aos aspectos relacionados a seguir. Aqui, queremos saber somente sobre problemas mais recentes, e não sobre aqueles que você possa ter tido no passado.

103) Nas ÚLTIMAS DUAS SEMANAS, você tem perdido muito sono por preocupação?

- De jeito nenhum
- Não mais que de costume
- Um pouco mais que de costume
- Muito mais que de costume

104) Nas ÚLTIMAS DUAS SEMANAS, você tem se sentido constantemente nervoso(a) e tenso(a)?

- De jeito nenhum
- Não mais que de costume
- Um pouco mais que de costume
- Muito mais que de costume

105) Nas ÚLTIMAS DUAS SEMANAS, você tem sido capaz de manter a atenção nas coisas que está fazendo?

- De jeito nenhum
- Não mais que de costume
- Um pouco mais que de costume
- Muito mais que de costume

106) Nas ÚLTIMAS DUAS SEMANAS, você tem sentido que é útil na maioria das coisas do seu dia-a-dia?

- De jeito nenhum
- Não mais que de costume
- Um pouco mais que de costume
- Muito mais que de costume

107) Nas ÚLTIMAS DUAS SEMANAS, você tem sido capaz de enfrentar seus problemas?

- De jeito nenhum
- Não mais que de costume
- Um pouco mais que de costume
- Muito mais que de costume

108) Nas ÚLTIMAS DUAS SEMANAS, você tem se sentido capaz de tomar decisões?

- De jeito nenhum
- Não mais que de costume
- Um pouco mais que de costume
- Muito mais que de costume

109) Nas ÚLTIMAS DUAS SEMANAS, você tem sentido que está difícil de superar suas dificuldades?

- De jeito nenhum
- Não mais que de costume
- Um pouco mais que de costume
- Muito mais que de costume

110) Nas ÚLTIMAS DUAS SEMANAS, você tem se sentido feliz de um modo geral?

- De jeito nenhum
- Não mais que de costume
- Um pouco mais que de costume
- Muito mais que de costume

111) Nas ÚLTIMAS DUAS SEMANAS, você tem tido satisfação nas suas atividades do dia-a-dia?

- De jeito nenhum
- Não mais que de costume
- Um pouco mais que de costume
- Muito mais que de costume

112) ÚLTIMAS DUAS SEMANAS, você tem se sentido triste e deprimido(a)?

- De jeito nenhum
- Não mais que de costume
- Um pouco mais que de costume
- Muito mais que de costume

113) Nas ÚLTIMAS DUAS SEMANAS, você tem perdido a confiança em você mesmo?

- De jeito nenhum
 Não mais que de costume
 Um pouco mais que de costume
 Muito mais que de costume

114) Nas ÚLTIMAS DUAS SEMANAS, você tem se achado uma pessoa sem valor?

- De jeito nenhum
 Não mais que de costume
 Um pouco mais que de costume
 Muito mais que de costume

Bloco 12: Arboviroses

Agora você responderá questões sobre que referem-se a doenças como dengue, zika e chikungunya e sobre atendimento médico.

115) Algum médico, enfermeiro ou outro profissional de saúde lhe informou que você teve DENGUE?

- Não
 Sim

DENGUE. Se SIM, em que ano ocorreu?

- |_____| Se SIM, em que ano ocorreu?
 Não sabe/Não lembra

116) Algum médico, enfermeiro ou outro profissional de saúde lhe informou que você teve ZIKA?

- Não
 Sim

Zika. Se SIM, em que ano ocorreu?

- |_____| Se SIN, em que ano ocorreu?
 Não sabe/Não lembra

117) Algum médico, enfermeiro ou outro profissional de saúde lhe informou que você teve Chikungunya?

Não

Sim

Chikungunya. Se SIM, em que ano ocorreu?

_____ Se SIM, em que ano ocorreu?

Não sabe/Não lembra

118) Algum médico, enfermeiro ou outro profissional de saúde lhe informou que você teve ou tem FEBRE AMARELA ?

Não

Sim

FEBRE AMARELA . Se SIM, em que ano ocorreu?

_____ Se SIM, em que ano ocorreu?

Não sabe/Não lembra

119. Onde geralmente você busca atendimento médico quando está doente?

Recorre a alguma unidade credenciada no plano de saúde/convênio

Busca atendimento pago em alguma unidade de saúde privada ou médico particular

Recorre a unidade de saúde do SUS mais próxima de casa

Busca atendimento em algum hospital de referência em outro bairro

Bloco 13: Religião

Agora você responderá questões sobre religião.

120. Em qual/ quais religião (ões) você foi criado? (Pode marcar mais de uma opção)

Nenhum

Católica

Espirita

Umbanda

Evangélica

Protestante

- Judaica
 Outros

121. Qual é a sua religião ou culto atualmente?

- Nenhum
 Católica
 Espirita
 Umbanda
 Evangélica
 Protestante
 Judaica
 Outros

122. Desde o MÊS PASSADO, você foi a algum culto, missa, igreja, reunião ou encontro religiosos?

- Sim
 Não
 Não lembro

123. Desde o ANO PASSADO, você foi a algum culto, missa, igreja, reunião ou encontro religiosos?

- vez (es) na semana
 vez (es) no mês
 vez (es) no ano
 Não sabe/ Não lembra
 Não

Bloco 14: Estudo/ Educação

Agora você responderá a pergunta sobre seu estudo

124. Você está estudando?

- Sim, estou no ensino fundamental
 Sim, estou no ensino médio ou pré-vestibular
 Sim, estou fazendo curso técnico ou profissionalizante ou médio integrado
 Sim, estou na faculdade ou tecnólogo
 Sim, estou no supletivo
 Não, tenho dificuldade para aprender
 Não, por doença
 Não, estou trabalhando
 Não, por falta de escola ou de vaga
 Não, por Gravidez/filho
 Não, porque casei

- Não, por causa de violência
- Não, por porque não passou no vestibular
- Não, por outro motivo
- Não, porque não acho importante

125. Você repetiu de ano alguma vez?

- Não
- Sim
- Não lembro

126. Quantas vezes?

- vezes

**127. SE você repetiu alguma vez: Qual o principal motivo que te fez repetir de ano?
(Anotar somente um, o principal)**

- Dificuldade para aprender
- Professor não sabia ensinar bem
- Problema de disciplina
- Falta de tempo (ajudar em casa)
- Não gosta de estudar
- Falta de ajuda para os estudos
- Problemas de casa
- Porque começou a trabalha
- Nunca repeti

Bloco 15: Estado Civil

Agora você responderá a pergunta sobre o seu estado civil

128. Você é:

- Solteira
- Casada/o
- Mora junto com companheiro/a
- Separado/ a
- Viúvo

Bloco 16: Filhos

Agora você responderá a perguntas que referem-se a filhos

129. Quantos filhos você tem?

- Nenhum
 Um
 Dois
 Três
 Quatro ou mais

Bloco 17: Atividade sedentária

Agora você responderá a perguntas que referem-se a atividades sedentárias

130. Em um dia de semana normal, quanto tempo por dia você fica SENTADO (em casa, colégio, curso técnico, faculdade ou outro curso) estudando ou lendo?

|__|:|__| horas
|____| minutos por dia

131. Em um dia de semana normal, quanto tempo por dia você fica SENTADO mexendo no celular?

|__|:|__| horas
|____| minutos por dia

Bloco 18: Alimentação/ Consumo

As próximas perguntas referem-se a sua alimentação. Leve em conta tudo o que você comeu em casa, na escola, no trabalho, na rua, em lanchonetes, em restaurantes ou em qualquer outro lugar.

Conte agora o que você comeu NOS ÚLTIMOS 7 DIAS. Considere uma semana normal de aulas, sem feriados ou férias.

132.NOS ÚLTIMOS 7 DIAS, em quantos dias você comeu frutas frescas ou salada de frutas?

- Não comi frutas frescas ou salada de frutas nos últimos 7 dias (0 dia)
- 1 dia nos últimos 7 dias
- 2 dias nos últimos 7 dias
- 3 dias nos últimos 7 dias
- 4 dias nos últimos 7 dias
- 5 dias nos últimos 7 dias
- 6 dias nos últimos 7 dias
- Todos os dias nos últimos 7 dias

133.NOS ÚLTIMOS 7 DIAS, com que frequência você consumiu verduras?

- Não comi verduras as nos últimos 7 dias (0 dia)
- 1 dia nos últimos 7 dias
- 2 dias nos últimos 7 dias
- 3 dias nos últimos 7 dias
- 4 dias nos últimos 7 dias
- 5 dias nos últimos 7 dias
- 6 dias nos últimos 7 dias
- Todos os dias nos últimos 7 dias

134. NOS ÚLTIMOS 7 DIAS, em quantos dias você comeu salgados fritos? Exemplo: batata frita (sem contar a batata de pacote) ou salgados fritos como coxinha de galinha, quibe frito, pastel frito, acarajé etc.

- Não comi salgados fritos nos últimos 7 dias (0 dia)
- 1 dia nos últimos 7 dias
- 2 dias nos últimos 7 dias
- 3 dias nos últimos 7 dias
- 4 dias nos últimos 7 dias

- 5 dias nos últimos 7 dias
- 6 dias nos últimos 7 dias
- Todos os dias nos últimos 7 dias

135. NOS ÚLTIMOS 7 DIAS, em quantos dias você comeu guloseimas (doces, balas, chocolates, chicletes, bombons ou pirulitos)?

- Não comi guloseimas nos últimos 7 dias (0 dia)
- 1 dia nos últimos 7 dias
- 2 dias nos últimos 7 dias
- 3 dias nos últimos 7 dias
- 4 dias nos últimos 7 dias
- 5 dias nos últimos 7 dias
- 6 dias nos últimos 7 dias
- Todos os dias nos últimos 7 dias

136. NOS ÚLTIMOS 7 DIAS, em quantos dias você comeu alimentos industrializados/ultraprocessados salgados, como hambúrguer, presunto, mortadela, salame, linguiça, salsicha, macarrão instantâneo, salgadinho de pacote, biscoitos salgados?

- Não comi alimentos industrializados/ultraprocessados salgados nos últimos 7 dias (0 dia)
- 1 dia nos últimos 7 dias
- 2 dias nos últimos 7 dias
- 3 dias nos últimos 7 dias
- 4 dias nos últimos 7 dias
- 5 dias nos últimos 7 dias
- 6 dias nos últimos 7 dias
- Todos os dias nos últimos 7 dias

137. NOS ÚLTIMOS 7 DIAS, em quantos dias você comeu em restaurantes *fast food*, tais como lanchonetes, barracas de cachorro quentes, pizzaria etc.?

- Não comi em restaurantes *fast food* nos últimos 7 dias (0 dia)
- 1 dia nos últimos 7 dias
- 2 dias nos últimos 7 dias
- 3 dias nos últimos 7 dias
- 4 dias nos últimos 7 dias
- 5 dias nos últimos 7 dias
- 6 dias nos últimos 7 dias
- Todos os dias nos últimos 7 dias

138. NOS ÚLTIMOS 7 DIAS, em quantos dias você comeu pelo menos um tipo de legume ou verdura (alface, abóbora, brócolis, cebola, cenoura, chuchu, couve, espinafre, pepino, tomate etc. Não inclua batata e aipim (mandioca/macaxeira)?)

- Não comi nenhum tipo de legume ou verduras nos últimos 7 dias (0 dia)
- 1 dias nos últimos 7 dias
- 2 dias nos últimos 7 dias
- 3 dias nos últimos 7 dias
- 4 dias nos últimos 7 dias
- 5 dias nos últimos 7 dias
- 6 dias nos últimos 7 dias
- Todos os dias nos últimos 7 dias

139. Em quantos dias da semana, você costuma comer salada de alface e tomate ou salada de qualquer outra verdura ou legume CRU?

- Não comi nenhum tipo de verdura ou legume Cru nos últimos 7 dias (0 dia)
- 1 dias nos últimos 7 dias
- 2 dias nos últimos 7 dias

- 3 dias nos últimos 7 dias
- 4 dias nos últimos 7 dias
- 5 dias nos últimos 7 dias
- 6 dias nos últimos 7 dias
- Todos os dias nos últimos 7 dias

140.Em um dia comum você come Legumes e verduras cozido?

1. No almoço (1 vez ao dia)
2. No jantar
3. No almoço e no jantar (2 vez ao dia)
4. Não como legumes e verduras cozidos

141.NOS ÚLTIMOS 7 DIAS (1 semana), em quantos dias você comeu peixe?

- Não como peixe
- Não comi peixe nos últimos 7 dias
- Comi peixe 1 ou 2 dias nos últimos 7 dias
- Comi peixe 3 ou 4 dias nos últimos 7 dias
- Comi peixe 5 ou 6 dias nos últimos 7 dias
- Comi peixe todos os dias
- Não lembro

142.NOS ÚLTIMOS 7 DIAS, em quantos dias você tomou refrigerante?

- Não tomo refrigerante
- Não tomei refrigerante nos últimos 7 dias (0 dia)
- 1 dias nos últimos 7 dias
- 2 dias nos últimos 7 dias
- 3 dias nos últimos 7 dias
- 4 dias nos últimos 7 dias
- 5 dias nos últimos 7 dias
- 6 dias nos últimos 7 dias
- Todos os dias nos últimos 7 dias

Bloco 19: Medicamentos

Agora você responderá a perguntas que referem-se a medicamentos

143. Atualmente você está fazendo uso ou tomando algum produto ou medicamento para perder peso?

Sim

Não

SE SIM:

Qual? _____

Bloco 20: Dentista

Agora você responderá a perguntas que referem-se a consulta ao dentista

144. Alguma vez na vida você foi ao dentista?

Não

Sim

145. Qual o principal motivo da sua última consulta ao dentista em caso de Sim?

Nunca fui ao dentista

Limpeza, revisão, manutenção ou prevenção

Dor de dente

Extração

Tratamento dentário

problema na gengiva

Tratamento de ferida na boca

Implante dentário

Aparelho nos dentes

Fazer radiografia

Cárie/ obturação

Não sei não lembro

Bloco 21: Necessidades especiais

146.O (A) aluno(a) é portador(a) de necessidades especiais (permanente ou temporário)?

Não

Sim

Bloco 22: Avaliação questionário

Agora você responderá uma pergunta referente a sua opinião sobre este questionário

147.O que você achou desse questionário?

Muito fácil de responder

Fácil de responder

Nem fácil nem difícil de responder

Difícil de responder

Muito difícil de responder

**Fim do
questionário**

Você deve permanecer no seu lugar e informar o pesquisador que terminou de responder o questionário no PDA e ele o encaminhará para fazer as medições de peso, estatura, perímetro da cintura e pressão arterial.

**Agradecemos a sua
participação!**