UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO ENFERMAGEM EM SAÚDE PÚBLICA

MARA CRISTINA RIPOLI MEIRA

Distribuição espacial e evolução temporal da incidência da dengue e sua correlação com variáveis entomológicas e climáticas em um município brasileiro de tríplice fronteira

RIBEIRÃO PRETO
2019

MARA CRISTINA RIPOLI MEIRA

Distribuição espacial e evolução temporal da incidência da dengue e sua correlação com variáveis entomológicas e climáticas em um município brasileiro de tríplice fronteira

Tese apresentada à Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Doutor em Ciências, Programa de Pós-Graduação Enfermagem em Saúde Pública.

Linha de pesquisa: Saúde Ambiental

Orientador: Susana Segura Muñoz

RIBEIRÃO PRETO
2019

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Meira, Mara Cristina Ripoli
Distribuição espacial e evolução temporal da incidência da dengue e sua correlação com variáveis entomológicas e climáticas em um município brasileiro de tríplice fronteira. Ribeirão Preto, 2019.
121 p.: il. ; 30 cm

Tese de Doutorado, apresentada à Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto/USP. Área de concentração: Enfermagem Saúde Pública.
Orientador: Susana Segura Muñoz

1. Análise espacial.. 2. Dengue. . 3.*Aedes aegypti*.. 4.Clima.. 5.Prevenção..

MEIRA, Mara Cristina Ripoli

Distribuição espacial e evolução temporal da incidência da dengue e sua correlação com variáveis entomológicas e climáticas em um município brasileiro de tríplice fronteira

Tese apresentada à Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Doutor em Ciências, Programa de Pós-Graduação Enfermagem Saúde Pública.

Aprovado em / /

Comissão Julgadora

Prof. Dr._____

Instituição:_____

Prof. Dr._____

Instituição:_____

Prof. Dr._____

Instituição:_____

Prof. Dr._____

Instituição:_____

Prof. Dr._____

Instituição:_____

In memória a todas as pessoas que morreram por dengue no município em estudo e as suas famílias.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus pela minha vida.

Este foi um dos momentos mais difíceis de se construir, por medo de deixar alguém de fora, pois foram muitas pessoas que fizeram parte dessa caminhada.

Agradeço a meu esposo Meira, pelo amor, carinho, atenção e por estar sempre presente me dando forças nos maus momentos e celebrando juntos cada conquista para obtenção deste título e todas as conquistas nestes 28 anos de convivência.

Aos meus filhos Paulo, Pedro, Vitória e Valentina por serem os responsáveis em me fazer estar sempre buscando ser uma pessoa melhor em termos espirituais, emocionais, físicos e profissionais e por me escolherem como mãe e me proporcionarem sentir a maior, melhor e a mais linda expressão do amor.

A minha pequena Valentina, tão amorosa e compreensível que apesar de sua pouca idade (5 anos) me deu todo apoio necessário para me tranquilizar quando eu me ausentei do lar por várias vezes e não pude estar ao seu lado.

A minha amada Mãe Vanda, por seu amor incondicional, por suprir a minha falta no lar e dar todo suporte necessário aos meus filhos em especial a caçula ainda muito dependente de cuidados.

Ao meu amado Pai David, por sempre acreditar e me apoiar, desde os meus 11 anos quando me permitiu sair de casa no interior para ir morar na cidade para continuar os estudos.

A Minha querida irmã Maria Alice por sempre me dar suporte auxiliando nos cuidados com a Valentina e pelo amor, cuidado e carinho com a minha família.

Aos meus irmãos, cunhadas, cunhados, sobrinhos(as), tios(as), primos(as), pelo amor e união existente em nossa família.

Em especial a minha orientadora Profª Susana, que me orientou e me direcionou com competência, me proporcionou conhecer outro universo profissional da docência me mostrando todos os laboratórios de aulas práticas da Escola de Enfermagem de Saúde Pública da USP, inclusive solicitando para as equipes montarem os laboratórios exclusivamente para eu conhecer. E ainda me fez viver a fantástica experiência de poder participar e contribuir com suas excelentes aulas de Vigilância em Saúde, as quais foram de grande relevância para melhorar minha prática profissional como docente. O seu papel foi muito além de orientadora, pois me acolheu na sua cidade, no seu lar e no seio de sua família e me socorreu quando tive problemas de saúde e estava ausente do lar, me amparou e me fortaleceu quando estava com o coração apertado de saudade da família. E me concedeu a oportunidade e a felicidade de

conhecer não só a sua excelência como profissional, mas também o ser humano espetacular e admirável que é. Essa orientação gerou uma grande relação de amizade que vai perdurar por toda a vida.

Em especial ao Profº Oscar, meu colega de trabalho da UNIOESTE o qual sempre tive imensa admiração por sua competência profissional e por seu caráter, bondade e leveza com que leva a vida. E que contribui sobremaneira para realização desta pesquisa.

Em especial ao Prof Luiz Moschine da Universidade Federal de São Carlos, a quem tive o prazer de conhecer durante a realização do Dinter e que muito contribui para esta pesquisa.

Ao amigo Marcos, pela amizade e companheirismo construídos ao longo do tempo e aproximados no doutorado e pela excelente contribuição com este trabalho.

A todos os amigos do Dinter, em especial a Franciele, Helder, Jossiana e Eveline pelo tempo de convivência enquanto realizávamos o estágio doutoral nas dependências da Escola de Enfermagem de Saúde Pública.

A todos os meus amados colegas de trabalho da Vigilância Epidemiológica, em especial ao Enfº Roberto Doldan por ser meu melhor amigo, por me compreender e me aconselhar sempre nos momentos difíceis, por compartilhar comigo muitos dos momentos mais divertidos da minha vida, por sempre acreditar no meu potencial e pela rica contribuição com esta pesquisa.

A toda competente equipe de trabalho do Centro de Controle de Zoonoses, em especial ao André Brito por quem tenho maior respeito e admiração e por ter me ajudado na construção desta pesquisa fornecendo toda a base de dados para construção dos mapas temáticos e os gráficos.

Aos meus alunos, que serviram de inspiração para tentar ser cada vez melhor como professora, sempre buscando novos conhecimentos para compartilhar.

A Prefeitura Municipal de Foz do Iguaçu (Secretaria Municipal de Saúde, Departamento de Vigilância em Saúde e Serviço de Vigilância Epidemiológica) que proporcionou a minha licença pelo período de um ano para que eu pudesse realizar o estágio Doutoral na Escola de Enfermagem de Saúde Pública da USP, na cidade de Ribeirão Preto.

Ao Prof. Reinaldo da UNIOESTE, por não medir esforços para concretização deste projeto do doutorado interinstitucional (Dinter).

À Profª. Adriana Zilly da UNIOESTE pela condução da coordenação local do Dinter.

A Universidade Estadual do Oeste do Paraná por nos apoiar e nos incentivar a qualificação profissional.

À Itaipu Binacional pelo apoio financeira dado ao projeto do Dinter, sem o qual esse projeto não seria viável.

À Fundação Araucária pelo auxilio durante o estágio doutoral.

A todos, meu Muito Obrigado!!!

“Enquanto estiver vivo sinta-se vivo.
Se sentir saudade do que fazia, volte a fazê-lo.
Não viva de fotografias amareladas...
Continue, quando todos esperam que desistas.
Não deixe que enferruje o ferro que existe em você.
Faça com que em vez de pena, tenham respeito por você.
Quando não conseguir correr através dos anos, trote.
Quando não conseguir trotar, caminhe.
Quando não conseguir caminhar, use uma bengala.
Mas nunca se detenha”.
(Madre Teresa de Calcutá).

RESUMO

MEIRA, M. C. R. **Distribuição espacial e evolução temporal da incidência da Dengue e sua correlação com variáveis entomológica e climáticas em um município brasileiro de tríplice fronteira, PR. 2019.** 119f. Tese (Doutorado) – Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, 2019.

A dengue é considerada uma das mais importantes arboviroses reemergentes em termos de morbidade, letalidade e implicações econômicas e ocorre em todas as regiões tropicais e subtropicais do planeta. tem demonstrado tendência ascendente, devido as suas condições ambientais, climáticas e a ineficiência das políticas públicas. No município em estudo nos últimos dez anos a cidade sofreu várias epidemias de dengue com aumento dos casos graves, hospitalizações e óbitos. Esta pesquisa teve como objetivo analisar a distribuição espacial e a evolução temporal da incidência da dengue e sua correlação com variáveis entomológicas e climáticas em um município brasileiro de tríplice fronteira, no período de agosto de 2006 a julho de 2016. O estudo foi desenvolvido na cidade de Foz do Iguaçu. Foram feitas as análises descritivas, espaciais, temporais e analíticas, seguidas de testes de regressão linear simples para avaliar a correlação entre as variáveis, utilizando o programa estatístico "R". Foram avaliados a correlação entre a variáveis incidência da dengue e fatores climáticos e entomológicos para os anos epidêmicos e não epidêmicos em relação ao mesmo mês, um, dois e três meses antes da ocorrência da incidência da doença. Os dados foram coletados de fontes secundárias dos Sistemas de Informações em Saúde, disponibilizados pela Secretaria Municipal de Saúde. A base territorial geográfica utilizada foi a unidade de estrato. Os resultados mostraram que os anos epidêmicos apresentou 60% do período estudado. A incidência da doença nos anos epidêmicos foi alta, ultrapassando a 1000 casos/100 mil/habitantes e acometeu todas as regiões da cidade. Os resultados dos testes de regressão, apresentaram correlação negativa da dengue com índice de infestação Predial, para os anos epidêmicos, e positiva para os anos não epidêmicos com intervalo de dois e três meses. houve correlação positiva da dengue para os anos de epidemia com o índice de infestação do mosquito adulto, com intervalo de três meses, com a umidade relativa do ar em período simultâneo, dias de chuvas, média da temperatura média e média da temperatura máxima, com intervalo de um e dois meses, pluviosidade com intervalos de um, dois e três meses. Sendo assim pode inferir que o índice e infestação predial é fraco em estimar o risco de transmissão da doença, embora seja preconizado pelo Ministério da Saúde para esse fim. O clima foi um dos principais fatores a responderem pela incidência da dengue. O intervalo de três meses, em relação ao início das epidemias, mostrou-se o período mais oportuno para realizar as ações de controle do vetor. Conclui-se que os resultados desta pesquisa podem contribuir proporcionado a precocidade da informação e viabilizando a tomada de decisão em tempo oportuno de forma a focalizar as áreas de maior risco e desta forma otimizar o serviço de campo e a prevenção das doenças causadas pelo *Aedes aegypti.*

Palavras-chave: Análise espacial. Dengue. Aedes aegypti. Clima. Prevenção.

ABSTRACT

MEIRA, M. C. R. **Spacial distribution and temporal evolution of dengue incidence and it's correlation with entomological and climatic variables in a brasilian city of triple border, PR. 2019.** 119f. Thesis (Doctorate degree) - Nursing School of Ribeirão Preto, University of São Paulo, 2019.

Dengue is considered one of the most important reemerging arboviruses in terms of morbidity, lethality and economic implications and occurs in all tropical and subtropical regions of the planet. has shown an upward trend due to its environmental, climatic conditions and the inefficiency of public policies. In the city under study in the last ten years the city suffered several epidemics of dengue with an increase in severe cases, hospitalizations and deaths. The objective of this research was to analyze the spatial distribution and temporal evolution of dengue incidence and its correlation with entomological and climatic variables in a Brazilian municipality of triple border, from August 2006 to July 2016. The study was developed in the city of Foz do Iguaçu. Descriptive, spatial and temporal analyzes were performed, followed by simple linear regression tests to evaluate the correlation between the variables, using the statistical program "R". The correlation between the variables dengue incidence and climatic and entomological factors for the epidemic and non-epidemic years in relation to the same month, one, two and three months before the occurrence of the disease was evaluated. Data were collected from secondary sources of the Health Information Systems, made available by the Municipal Health Department. The geographic territorial base used was the stratum unit. The results showed that the epidemic years presented 60% of the studied period. The incidence of the disease in the epidemic years was high, surpassing 1000 cases / 100 thousand / inhabitants and affected all regions of the city. The results of the regression tests showed a negative correlation of dengue with Predial infestation index for the epidemic years and positive for the non - epidemic years with two - and three - month intervals. there was a positive correlation between dengue in the epidemic years and the adult mosquito infestation index, with a three-month interval, with the relative humidity of the air in the same period, rainy days, average temperature and mean maximum temperature, with interval of one and two months, rainfall with intervals of one, two and three months. Therefore, it can be inferred that the index and land infestation is weak in estimating the risk of transmission of the disease, although it is recommended by the Ministry of Health for this purpose. The climate was one of the main factors responding to the incidence of dengue. The three-month interval, in relation to the beginning of the epidemics, proved to be the most opportune period to carry out the vector control actions. It is concluded that the results of this research can contribute to the precocity of information and enable decision making in a timely manner in order to focus on the areas of greatest risk and thus optimize the field service and prevention of diseases caused by *Aedes aegypti*.

Keywords: Spacial analyze. Dengue. Aedes aegypti. Climate. Prevention.

RESUMEN

MEIRA, M. C. R. **Distribución espacial y la evolución temporal de la incidencia del Dengue y su correlación con variables entomológica y climática en un municipio brasileño de triple frontera, PR. 2019**. 121f. Tesis (Doctorado) - Escuela de Enfermería de Ribeirão Preto, Universidad de São Paulo, 2019.

El dengue se considera una de las más importantes arbovirosis reemergentes en términos de morbilidad, letalidad e implicaciones económicas y ocurre en todas las regiones tropicales y subtropicales del planeta. Ha demostrado tendencia ascendente, según sus condiciones ambientales, climáticas y la ineficiencia de las políticas públicas. En el municipio estudiado, en los últimos diez años la ciudad sufrió varias epidemias de dengue con aumento de los casos graves, hospitalizaciones y muertes. Esta investigación tuvo como objetivo analizar la distribución espacial y la evolución temporal de la incidencia del dengue y su correlación con variables entomológicas y climáticas en un municipio brasileño de triple frontera en el período de agosto de 2006 a julio de 2016. El estudio fue desarrollado en la ciudad de Foz do Iguazú. Se realizaron los análisis descriptivos, espaciales y temporales, seguidos de pruebas de regresión lineal simple para evaluar la correlación entre las variables, utilizando el programa estadístico "R". Se evaluaron la correlación entre las variables incidencia del dengue y factores climáticos y entomológicos para los años epidémicos y no epidémicos en relación al mismo mes, uno, dos y tres meses antes de la incidencia de la enfermedad. Los datos fueron recolectados de fuentes secundarias de los Sistemas de Información en Salud, los cuales nos ofreció la Secretaría Municipal de Salud. La base territorial geográfica utilizada fue la unidad de estrato. Los resultados mostraron que los años epidémicos presentaron el 60% del período estudiado. La incidencia de la enfermedad en los años epidémicos fue alta, superando a 1000 casos / 100 mil / habitantes y acomete todas las regiones de la ciudad. Los resultados de las pruebas de regresión, presentaron correlación negativa del dengue con índice de infestación Predial, para los años epidémicos, y positiva para los años no epidémicos con intervalo de dos y tres meses. Se observó una correlación positiva del dengue para los años de epidemia con el índice de infestación del mosquito adulto, con intervalo de tres meses, con la humedad relativa del aire en período simultáneo, días de lluvias, promedio de la temperatura media y promedio de la temperatura máxima, intervalo de uno y dos meses, pluviosidad con intervalos de uno, dos y tres meses. Siendo así puede inferir que el índice e infestación predial es débil en estimar el riesgo de transmisión de la enfermedad, aunque sea preconizado por el Ministerio de Salud para ese fin. El clima fue uno de los principales factores como respuesta a la incidencia del dengue. El intervalo de tres meses, en relación al inicio de las epidemias, se mostró el período más oportuno para realizar las acciones de control del vector. Se concluye que los resultados de esta investigación pueden contribuir proporcionando la precocidad de la información y viabilizando la toma de decisión a tiempo oportuno para focalizar las áreas de riesgo más grandes y de esta forma optimizar el servicio de campo y la prevención de las enfermedades ocasionadas por el *Aedes aegypti*.

Palabras clave: Análisis espacial. Dengue. Aedes aegypti. Clima. Prevención.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Classificação dos municípios segundo incidência de dengue 100mil/hab. Paraná, semana epidemiológica 31/2015 a 30/2016.....26
Figura 2 - Distribuição mundial da dengue no período 2010-2016.....36
Figura 3 - Características do *Aedes aegypti* ..... **Erro! Indicador não definido.**
Figura 4 - Ciclo de vida do *Aedes aegypti*.....39
Figura 5 - mostra uma série histórica dos óbitos por dengue no município de Foz do Iguaçu, Paraná, Brasil, no do período de 2000 a 2016. 49
Figura 6 – Série histórica da incidência de dengue por 100.000 habitantes e circulação viral no município de Foz do Iguaçu – PR. No período de 2007 a 2017. 50
Figura 7 - Mapa do município de Foz do Iguaçu, dividido por cinco distritos Sanitários 52
Figura 8 - Estruturação do Diagrama de controle da dengue com etapas de resposta 54
Figura 9 – Fluxo de atendimento dos pacientes suspeitos de dengue conforme protocolo de classificação de risco do MS – Foz do Iguaçu – 2018 55
Figura 10 - Série histórica do Índice de Infestação Predial de 2006 a 2017, Foz do Iguaçu - PR, Brasil.....57
Figura 11 - Divisão do município de Foz do Iguaçu, com as divisões dos 11 estratos. 58
Figura 12 - Protocolo de classificação de risco para pacientes com suspeita de dengue 61
Figura 13 - Evolução clínica da dengue grave 62
Figura 14 - Mapa de Foz do Iguaçu e sua localização na tríplice fronteira Foz do Iguaçu (Brasil), Puerto Iguazú (Argentina) e Ciudad del Este (Paraguai), 2017. 67
Figura 15 – Fluxograma da apresentação dos dados e análise 72
Figura 16 - Dados do Ano Epidemiológico da Dengue - agosto 2006 a julho 2007.....78
Figura 17 - Dados do Ano Epidemiológico da Dengue - agosto 2007 a julho 2008.....79
Figura 18 - Dados do Ano Epidemiológico da Dengue - agosto 2008 a julho 2009.....80
Figura 19 - Dados do Ano Epidemiológico da Dengue - agosto 2009 a julho 2010.....81
Figura 20 - Dados do Ano Epidemiológico da Dengue - agosto 2010 a julho 2011.....82
Figura 21 - Dados do Ano Epidemiológico da Dengue - agosto 2011 a julho 2012.....83
Figura 22 - Dados do Ano Epidemiológico da Dengue - agosto 2012 a julho 2013.....84
Figura 23 - Dados do Ano Epidemiológico da Dengue - agosto 2013 a julho 2014.....85
Figura 24 - Dados do Ano Epidemiológico da Dengue - agosto 2014 a julho 2015.....86
Figura 25 - Dados do Ano Epidemiológico da Dengue - agosto 2015 a julho 2016.....87

Figura 26 - Distribuição temporal da incidência da dengue e fatores climáticos para os anos epidêmicos e não epidêmicos 89
Figura 27 - Valores de risco climatológico para dengue. 98
Figura 28 – Risco climático da dengue por município, no período de 20 a 26/12/2015 - Estado do Paraná 98
Figura 29 - Armadilha adultrap 103
Figura 30 - Armadilhas adultrap instaladas no município de Foz do Iguaçu – 2017. 104
Figura 31 – Distribuição das areas geográficas com presença de *Aedes aegypti* infectados por arbovirus, IIP e casos notificados de dengue. Foz do Iguaçu, novembro de 2017. 106

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Situação da classificação IIP por anos não epidêmicos e epidêmicos, segundo estratos, Foz do Iguaçu, 2018 76
Quadro 2 - Situação da incidência da dengue (X100 mil/habitantes) por anos não epidêmicos e epidêmicos, segundo estratos, Foz do Iguaçu, 2018 77
Quadro 3 - Situação da densidade de casos de dengue por anos não epidêmicos e epidêmicos, segundo estratos, Foz do Iguaçu, 2018 77
Quadro 4 – dados do monitoramento dos casos de arboviroses em humanos a partir dos resultados positivos de mosquitos contaminados com arboviroses, Foz do Iguaçu, 2017. 105

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Dengue – Casos notificados e confirmados (autóctones e importados), incidência por 100 mil/hab. Casos e óbitos por febre hemorrágica do dengue, dengue com complicações. Total de casos graves e letalidade – Paraná, 1991 a 2012. 46

Tabela 2 - Número de casos de dengue notificados, dengue grave, dengue com sinais de alarme, óbitos e incidência por 100.000 habitantes por Regional de Saúde, Paraná. Semana Epidemiológica 31/2015 a 30/2016. 47

Tabela 3 – Série histórica do número de casos de dengue notificados, confirmados, óbitos e incidência por 100.000 habitantes no município de Foz do Iguaçu – de 2000 a 2016 48

Tabela 4 - Número de quarteirões, imóveis e habitantes nos 11 estratos do município de Foz do Iguaçu – PR, 2018. 58

Tabela 5 – Situação da incidência de dengue por 100 mil/hab, pluviosidade e média da temperatura máxima, por anos não epidêmicos e epidêmicos, segundos estratos. Foz do Iguaçu, 2018 75

Tabela 6 - Resultados da regressão linear simples entre a taxa de incidência da dengue X fatores climáticos e entomológicos, para os anos epidêmicos. Foz do Iguaçu, Paraná, 2018 .. 90

Tabela 7 - Resultados da regressão linear simples entre a taxa de incidência da dengue X fatores climáticas e entomológicas, para os anos não epidêmicos. Foz do Iguaçu, Paraná, 2018 91

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ACE	Agente Comunitário de Endemia
ACS	Agente Comunitário de Saúde
AIDS	Síndrome da Imuno Deficiência Adquirida
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
CCZ	Centro de Controle de Zoonoses
CIEVS	Centro de Informações Estratégicas em Vigilância em Saúde
CMT-TF	Centro de Medicina Tropical da Tríplice Fronteira
CRM	Conselho Regional de Medicina
DENCO	Dengue Control Study
EUA	Estados Unidos da América
FHD	Febre Hemorrágica do Dengue
GAL	Gerenciador de Ambiente Laboratorial
GPS	Sistema de Posicionamento Global
GT- ITAIPU	Grupo de Trabalho da Usina Binacional Hidroelétrica
IB	Índice de Breteau
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IIP	Índice de Infestação Predial
IPA	Índice de Infestação Predial mosquito adulto
IN MET	Instituto Nacional de Meteorologia
LACEN	Laboratório Central do Estado
LIRAa	Levantamento Rápido de Índices para *Aedes Aegypti*
MS	Ministério da Saúde
MSF	Médicos Sem Fronteira
OMS	Organização Mundial da Saúde
PACE	Programa de Agentes de Endemia
PE	Pontos Estratégico
PEAa	Programa de Erradicação do *Aedes aegypti*
PIACD	Programa de Intensificação das Ações de Controle da Dengue
PNCD	Programa Nacional de Controle da Dengue
PNI	Programa Nacional de Imunização
PSF	Programa de Saúde da Família
RT-PCR	Técnica de Transcriptase Reversa Proteína C Reativa

SACDENGUE	Sistema de Alerta Climático para Dengue
SIG	Sistema de Informações Geográficas
SIMEPAR	Sistema meteorológico do Paraná
SINAN	Sistema de Informação de Agravos de Notificação
SISFAD	Sistema de Informação de Febre Amarela e Dengue
SNC	Sistema Nervoso Central
SUS	Sistema Único de Saúde
UBS	Unidade Básica de Saúde
UPA	Unidade de Pronto Atendimento

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 24
2 OBJETIVOS 28
2.1 OBJETIVO GERAL 28
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 28
3 REVISÃO DE LITERATURA 29
3.1 A DENGUE NO CONTEXTO DAS DOENÇAS TROPICAIS, NEGLIGENCIADAS E REEMERGENTES 29
3.1.1 A dengue no contexto das doenças tropicais 29
3.1.2 A dengue no contexto das doenças negligenciadas 30
3.1.3 A dengue no contexto das doenças emergentes e reemergentes 32
3.2 A DENGUE NO MUNDO E SUA MAGNITUDE 35
3.3 *AEDES AEGYPTI*: CARACTERÍSTICAS, EVOLUÇÃO E MEDIDAS DE CONTROLE 38
3.4 A EVOLUÇÃO DA DENGUE NO BRASIL COM DESTAQUE PARA REGIÃO SUL E ESTADO PARANÁ 44
3.5 O CONTEXTO HISTÓRICO DA DENGUE EM FOZ DO IGUAÇU 47
3.6 CARACTERIZAÇÃO DO SERVIÇO DE VIGILÂNCIA EPIDEMIOLÓGICA 52
3.7 ASSISTÊNCIA AO PACIENTE COM DENGUE NO MUNICÍPIO EM ESTUDO 54
3.8 CARACTERIZAÇÃO DA VIGILÂNCIA AMBIENTAL E AÇÕES DE CONTROLE DO VETOR NO MUNICÍPIO DE FOZ DO IGUAÇU 56
3.9 APRESENTAÇÕES DA DENGUE: DENGUE, DENGUE COM SINAIS DE ALARME, DENGUE GRAVE E ÓBITO 58
3.10 RELEVÃNCIA DO USO DO GEOPROCESSAMENTO EM SAÚDE 63
4 MATERIAIS E MÉTODOS 67
4.1 CENÁRIO DO ESTUDO 67
4.2 TIPO DE ESTUDO 69
4.3 COLETA DE DADOS 69
4.4 ANÁLISE DOS DADOS 71
4.4.1 Apresentação dos dados espaciais 72
4.4.2 Apresentação dos dados temporais 73
4.4.3 Apresentação dos dados analíticos 73
4.5 ASPECTOS ÉTICOS DA PESQUISA 74

5 RESULTADOS 75
5.1 DADOS ESPACIAIS 75
5.2 DADOS TEMPORAIS 88
5.3 DADOS ANALÍTICOS 90
6 DISCUSSAO 92
6.1 DISCUSSÃO DOS DADOS ESPACIAIS 92
6.2 DISCUSSÃO DOS DADOS TEMPORAIS 96
6.3 DISCUSSÃO DOS DADOS ANALÍTICOS 99
7 PROJETO INOVADOR DO MUNÍCIPIO DE FOZ DO IGUAÇU NAVIGILÂNCIA E MONITORAMENTO DO *AEDES AEGYPTY* E ASSOCIAÇÃO COM RSULTADOS DA PRESENTE PESQUISA. 103
CONIDERAÇÕES FINAIS 109
REFERÊNCIAS 111

PRÓLOGO

Acredito que a obtenção do título de doutora, não se iniciou com a construção do projeto de pesquisa e a realização das disciplinas, ela faz parte de um processo histórico da minha vida profissional atuando há mais de vinte anos como enfermeira de saúde pública, no serviço de vigilância epidemiológica das doenças transmissíveis e como docente do curso de enfermagem na mesma área, no município deste estudo.

É pertinente destacar as atividades que realizei ao longo dos anos que contribuíram para o desenvolvimento desta pesquisa, iniciei minhas atividades profissionais no serviço público do município de Foz do Iguaçu em 1996, atuei por dois anos nas unidades de saúde e em 1998 fui transferida para o serviço de vigilância epidemiologia para trabalhar com a vigilância das doenças transmissíveis, e a partir de então criei uma linda história de amor com este serviço onde atuo até o momento. Em 2001 também iniciei a minha carreira na docência, no curso de enfermagem, atuando nas disciplinas de saúde pública e assim ao longo dos anos venho construindo minha história na vida profissional atuando nestas duas áreas.

Os primeiros casos de dengue surgiram no município no ano de 1998, na época o Ministério da Saúde (MS), lançou o PEAa – Programa de Erradicação do *Aedes aegypti*. Eu ainda muito leiga no assunto fiquei feliz em pensar que em pouco tempo teríamos erradicado este mosquito e resolvido o problema desta doença. Porém não foi o que ocorreu, a partir de então o município passou a enfrentar as epidemias em períodos cíclicos com intervalo de 1 a 2 anos entre uma epidemia e outra.

No início a nossa preocupação enquanto profissionais de saúde era apenas com a morbidade, com o impacto que essas epidemias causavam, como o colapso nos atendimentos a nível ambulatorial, impacto negativo no turismo. Apesar da literatura trazer que a doença poderia evoluir para formas hemorrágicas e cursar com óbitos, até o ano de 2006 não tivemos nenhum óbito e pouquíssimos casos hospitalizados por esse agravo.

As diretrizes do Ministério da Saúde para prevenção desta doença está 100% centrada no controle do vetor. Eu nunca me convenci que esta era a melhor ou a única estratégia de prevenção da doença, isso se caracterizou como primeiro problema para realização desta pesquisa, embora na época eu ainda nem pensava em fazer um doutorado.

O Centro de Controle de Zoonoses (CCZ) e´ o setor responsável em realizar as ações de campos para controle das doenças transmitidas por vetores. Ao desenvolver as ações de rotina da dengue no período não epidêmico, o CCZ realiza as atividades de bloqueio da doença a partir do caso suspeito notificado, onde é realizada visita no domicilio de pacientes

suspeitos com dengue, e feito busca e eliminação do foco do mosquito e aplicação de inseticidas. Após o resultado do exame sendo positivo é feito uma segunda visita ao domicilio e realizado nova aplicação de inseticidas num raio maior, com intuito de eliminar os mosquitos infectados e, assim evitar que outras pessoas sejam picadas pelos mosquitos e, consequentemente prevenir novos focos de transmissão em outras áreas. Na época o único exame de diagnóstico disponível para dengue era a sorologia IGM, que era coletada a partir do sétimo dia do início dos sintomas.

Porém no meu entender esta atividade de controle do vetor pautada na notificação do caso suspeito apresenta sérias limitações como: a não procura do paciente pelo serviço de saúde; as formas assintomáticas da doença; demora na notificação e digitação do caso no sistema de informação; não realização do exame de diagnóstico por parte do paciente; resistência da população local ao vírus circulante, mobilidade do paciente durante o período de transmissão da doença; local inadequado das ações de bloqueio, uma vez que o paciente pode ter contraído a doença em outros locais, como trabalho, lazer ou mesmo em outro país da fronteira. Essas são situações que podem levar a perda do tempo oportuno de realizar as atividades prevenção.

Outro assunto que me inquietava era os índices de infestação larval, o IIP, preconizados pelo Ministério da Saúde para priorizar as áreas de risco da doença, bem como apontar riscos de epidemias. Eu verifiquei ao longo dos anos que embora muitas vezes que os índices do IIP eram abaixo de 1% e, portanto, não apontavam risco de epidemia, enfrentamos grandes epidemias e também ocorria ao contrário, índices altíssimos de IIP acima de 4% que apresentava alto risco de epidemia e isso não acorria na prática.

Essas questões contribuíram para o desenvolvimento desta pesquisa, resultando em debates profícuos com integrante do CCZ em especial com o veterinário André de Souza Leandro, na época responsável pelo CCZ, profissional competente e renomado, e por quem tenho muito respeito e admiração.

Uma das minhas atividades na Vigilância é a investigação dos óbitos desta doença, esta investigação compreende três etapas: entrevista com a família do paciente que foi há óbito, entrevista com a equipe de saúde que atendeu o paciente em todos os níveis de assistência e avaliação dos prontuários. Após é montado um processo onde consta toda a história do paciente como, início dos sintomas, primeira busca pelo serviço de saúde, diagnóstico e manejo clínico. Diante destas informações uma equipe de profissionais representados por médicos e enfermeiros se reúnem para avaliar se o óbito era evitável ou

não. A literatura traz que a maioria dos óbitos por dengue são evitáveis e em Foz do Iguaçu não é diferente, eles ocorrem em sua totalidade por falhas no manejo clínico do paciente.

O nosso primeiro óbito ocorreu no ano de 2007, uma adolescente de 15 anos que pedia encarecidamente a equipe de saúde que a não a deixasse morrer, o segundo ocorreu em 2008 uma professora de 26 que faleceu dentro da UTI, e apesar de todo o aparato tecnológico disponível não recebeu o manejo clínico adequado para dengue. A terceira, uma estudante de psicologia que procurou o serviço de saúde por cinco vezes e foi liberada já em estado avançado da doença, sendo somente na sexta vez hospitalizada, porém não recebendo tratamento adequado para dengue. Até a realização desta pesquisa já são 31 óbitos por dengue ocorridos nesta cidade e eu sei de cada um... nome, idade, sexo, profissão e eu carrego comigo o triste olhar e a dor de cada membro da família que eu entrevistei durante a investigação do óbito.

Desde a primeira morte corrida por dengue no município eu levantei a bandeira na luta contra as doenças transmitidas pelo *Aedes aegypti* e tenho buscado incansavelmente ferramentas para evitar o óbito por dengue. Com o apoio do serviço tenho feito inúmeras capacitações na área, participado e apresentado trabalho em congressos, estudo incansavelmente sobre a doença e tratamento e formas de prevenção.

Implantei no município em 2007 o protocolo de classificação de risco e manejo clínico para dengue do MS e desde então tenho feito inúmeras capacitações que ocorrem semestralmente todos os anos voltadas para médicos e demais profissionais de saúde. Foram várias as estratégias adotadas para conseguir a presença dos médicos nas capacitações.

Já solicitei o apoio do Ministério Público, do Conselho Regional de Medicina (CRM), as capacitações são repetidas várias vezes para proporcionar o revezamento da equipe e a manutenção do atendimento, já cheguei a dar capacitações nos três períodos do dia durante uma semana. Estas capacitações se estendem também aos profissionais dos hospitais particulares e as outros municípios que pertencem a 9ª Regional de Saúde.

Tenho adotado um trabalho de sensibilização dos gestores que tem mostrado efeito positivo na adesão dos médicos as capacitações. Previamente as capacitações realizo reunião com o secretário(a) de saúde, diretores dos serviços de atenção básica, especializada, Serviço de Atendimento Móvel de Urgência (SAMU) e laboratórios e faço o mesmo *in locco* com cada diretor clínico dos hospitais particulares. Nessas reuniões eu apresento os números da doença, mortalidade, risco de epidemia e o protocolo de classificação de risco e manejo clínico do paciente.

Essa ação mostrou-se eficaz pois, os gestores sensibilizados passaram a convocar os profissionais a participarem do evento. Em outros dois hospitais particulares, foi estabelecido a liberação de plantão somente para médicos que haviam passado pelas capacitações. Assim tenho conseguido atingir mais de 200 médicos em cada etapa da capacitação e 100% dos enfermeiros.

Durante a elaboração do presente projeto de pesquisa fiquei bastante propensa a focar este estudo na prevenção do óbito. Porém diante de todo este contexto cheguei à conclusão que a melhor maneira de evitar o óbito é evitar o adoecimento e para evitar o adoecimento eu precisava me apropriar mais de todo o complexo processo que ocorre para que aconteça a doença.

Desta maneira a minha atuação profissional tem acrescentado mais experiência e oportunidades para a pesquisa, e a pesquisa tem acrescentado mais experiência para minha vida profissional proporcionando chegar ao final com uma importante bagagem que será usada para continuar na luta no município pela prevenção deste e outros agravos transmitidos pelo *Aedes aegypt*i, para a formação dos meus alunos e para o desenvolvimento de novas pesquisas e publicações.

1 INTRODUÇÃO

A dengue pertence ao rol das doenças causadas por vírus, sendo transmitida por um artrópode denominado *Aedes Aegypti*. Este vírus pertence ao gênero Flavivírus, família Flaviviridae, sendo sua infecção causada por 04 sorotipos de Flavivírus: DEN-1, 2, 3 e 4, que produzem imunidade sorotipo específica e pode se apresentar como a dengue clássica, dengue com sinais de alarme ou dengue grave (COSTA et al., 2013).

Ainda, outros autores conceituam a dengue como uma doença infecciosa que pode causar desde infecções assintomáticas até formas mais graves, cursando, muitas vezes, em óbitos, mesmo em primeira infecção (BARRETO; TEIXEIRA, 2008); (WILDER; SMIITH, 2009).

Conforme Wilder et al. (2009), nos últimos anos, a incidência da doença aumentou 30 vezes, com ampliação da expansão geográfica para novos países e, na presente década, para pequenas cidades e áreas rurais.

A dengue é responsável por causar em 2011 aproximadamente 230 milhões de infecções, dentre elas 25 mil casos fatais. Nas últimas décadas a sua incidência tem demonstrado um avanço muito acentuado a nível global, podendo afetar 3,6 bilhões de pessoas, principalmente a população que vive em centros urbanos de regiões tropicais e subtropicais (REITER, 2012).

O número de pacientes com infecção grave por dengue e óbitos aumentou acentuadamente em muitas áreas tropicais e subtropicais, incluindo o Sudeste da Ásia, África e Américas apontado a necessidade de pesquisas que apontem novas ferramentas de controle das epidemias, bem como terapêuticas eficazes no tratamento das formas graves da doença de modo a evitar o óbito (BARRETO; TEIXEIRA, 2008).

Na região das Américas, a doença tem se disseminado com surtos cíclicos ocorrendo a cada 3-5 anos. No Brasil, a transmissão vem incidindo de forma continuada desde 1986, intercalando-se com episódios de epidemias, geralmente associadas à introdução de novos sorotipos em áreas anteriormente indenes ou alteração do sorotipo predominante (BARRETO; TEIXEIRA, 2008; WILDER; SMIITH, 2009).

O maior surto no Brasil ocorreu em 2013, com aproximadamente 2 milhões de casos notificados e hoje se tem uma circulação no país dos quatro sorotipos da doença, revelando que o padrão epidemiológico tem variado ao longo dos anos (BRASIL, 2016a).

De acordo com Teixeira et al. (1999) e Wilson e Cheu (2002) historicamente as estratégias para combater o vetor datam de tempos remotos até o presente momento, porém o

vetor tem sofrido adaptações ao ambiente urbano, se constituindo em um dos principais problemas de saúde pública da atualidade, sendo responsável por várias epidemias, aumentando as hospitalizações e óbitos em todo o território brasileiro.

Não existe tratamento específico para dengue. Porém, em 2015 houve um grande avanço que pode contribuir sobremaneira no controle da doença, devido a aprovação regulatória para a vacina contra a dengue concedida pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. O Brasil foi o terceiro país a autorizar a imunização, sendo também liberada no México e nas Filipinas. A autoridade regulatória brasileira, ANVISA, aprovou a vacina tetravalente contra a dengue da Sanofi Pasteur para a prevenção da doença causada pelos quatro sorotipos do vírus em pessoas de 9 aos 45 anos de idade que vivem em países endêmicos. Os testes de eficácia da vacina realizados pela Sanofi Pasteur demonstraram uma redução de 93% dos casos graves, 81% das hospitalizações e 66% dos casos de dengue, percentuais de grande impacto em saúde pública. Estes resultados podem representar um grande avanço para o controle da doença, mas ainda está longe de resolver essa problemática, uma vez que ela ainda não foi adotada pelo Programa Nacional de Imunização, o custo não é acessível à população, a faixa etária é restrita, de 9 a 45 anos (PARANÁ, 2017a).

No ano de 2016, o estado do Paraná adquiriu essa vacina para 29 municípios que apresentaram incidência acima de 500 casos para 100 mil habitantes, nos últimos 5 anos, e delimitou o público-alvo na faixa etária de 15 a 27 anos de idade para 27 municípios e 9 a 45 para 2 municípios que enfrentavam epidemias com incidência acima de 8000 casos para 100 mil habitantes. Foz do Iguaçu foi um dos municípios contemplados para receber a vacina. Portanto, as ações de controle do vetor ainda são o meio mais eficaz de prevenir a doença e, aliado a essa situação, o mosquito transmite outras doenças como febre amarela no espaço urbano, zika vírus e febre do *chikungunya*, as quais ainda não são imunopreviníveis (PARANÁ, 2017a).

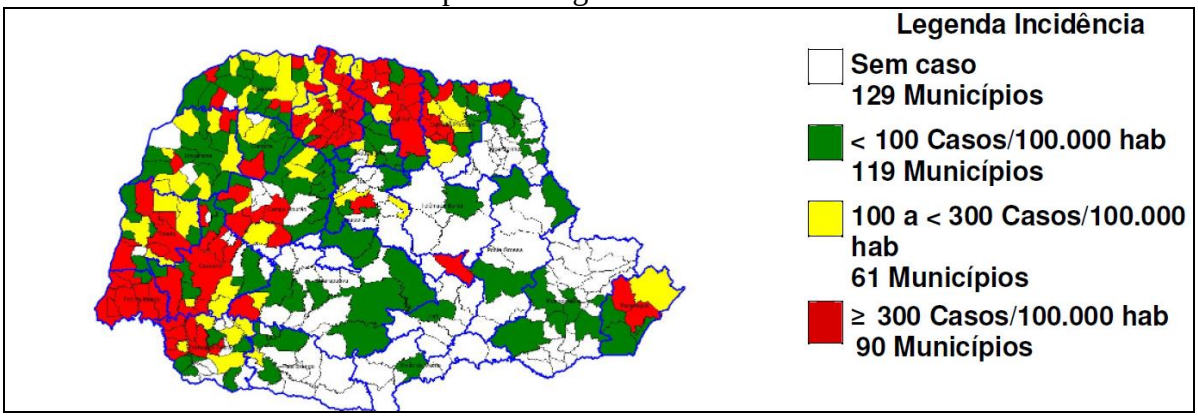
No estado do Paraná, a dengue demonstrou um rápido crescimento no número de casos e uma importante expansão sobre o território paranaense, desde a confirmação dos primeiros casos autóctones em 1993. Paralelo à expansão da doença, observou-se na última década importantes alterações climáticas nas médias térmicas e na distribuição das precipitações. Ao se traçar o perfil da transmissão da dengue no Paraná, percebe-se que ocorre a ampliação das infestações do vetor com o aumento da temperatura do ar e das precipitações pluviométricas. A inserção do vírus no ciclo de reprodução dos mosquitos, a partir da ocorrência de casos importados, se dá conforme o desenvolvimento de epidemias nas demais

regiões brasileiras, e no caso do Oeste do estado, das epidemias que se desenvolvem também no Paraguai (MENDONÇA et al., 2003).

Sendo assim, a dengue se constitui, a partir de 1995, um problema de saúde pública no estado do Paraná, o que exigiu a criação e aplicação de políticas públicas por parte do Estado na perspectiva de controlar sua incidência. Neste contexto, o entendimento das relações entre as condições climáticas, a população do vetor e a incidência da doença poderão auxiliar na identificação de potenciais fatores preditores para essa e outras arboviroses (PAULA et al., 2005).

No estado do Paraná, no ano de 2016 (semana epidemiológica (31/2015 a 30/2016) foram notificados 145.757 casos suspeitos de dengue com 56.351confirmados. A incidência no Estado foi de 472,17 casos por 100.000 hab. (52.708/11.163.018hab.), considerada situação de epidemia (≥300 casos/100.000 hab.) pelo Ministério da Saúde - MS (PARANÁ, 2018) (Figura 1).

Figura 1 – Classificação dos municípios segundo incidência de dengue 100mil/hab. Paraná, semana epidemiológica 31/2015 a 30/2016



Fonte: Extraído de Paraná (2017b).

Observa-se que essa foi uma das maiores incidências no estado, muitos municípios apresentaram situação de risco para a condição favorável à proliferação do mosquito da dengue, com o registro de epidemias em várias cidades do Paraná, inclusive em Foz do Iguaçu.

Foz do Iguaçu corrobora com a situação vivenciada pelo estado registrando casos de dengue desde o ano 1998, o que coloca esse agravo entre as doenças endêmicas do município se constituindo num sério problema de Saúde Pública, demandando políticas públicas específicas para o enfrentamento dessa doença no sentido de se evitar epidemias e óbitos. Porém, apesar dos esforços do poder público, nos últimos dez anos, de forma cíclica, a cidade

sofreu várias epidemias e um aumento dos casos graves, culminando com aumento das hospitalizações e óbitos até o presente momento, apontando uma tendência preocupante para os próximos anos (FOZ DO IGUAÇU, 2017a).

Ao longo dos anos já ocorreu a circulação dos 4 sorotipos da dengue no município, sendo que nos últimos sete anos está se mantendo a circulação do DEN 1 e mais recentemente, ocorreu a introdução e circulação do DEN 4, demonstrando a facilidade de reintrodução e circulação de novos sorotipos ou cepas de vírus na cidade, em função do intenso fluxo de pessoas que chegam diariamente na cidade, devido a sua característica de cidade de fronteira, bem como por suas atrações turísticas.

As constantes epidemias de dengue em Foz do Iguaçu têm gerado um impacto negativo bastante significativo, afetando diversos setores, como a economia, devido ao absenteísmo no trabalho e escolas. As pessoas acometidas, em sua maioria, são adultos jovens em fase produtiva e precisam se ausentar do trabalho por um período relativamente longo. Causa também um reflexo negativo no setor do turismo, principalmente porque a cidade é um dos principais destinos turísticos do mundo devido as suas belezas naturais e sua localização de fronteira. Apresenta também um colapso dos serviços de saúde, em decorrência da alta demanda por atendimento e internamento de pacientes, gerando perda de vidas humanas e um alto custo político e social (FOZ DO IGUAÇU, 2017a).

As técnicas de análise de dados espaciais visam identificar padrões de distribuição segundo alguma dependência espacial, a utilização deste modelo de técnica de análise pode se tornar um instrumento importante no planejamento de ações voltadas à redução de casos de dengue.

A elaboração desta pesquisa considerou dois fatores relacionados na dinâmica da incidência da dengue, sendo eles climáticos e entomológicos, fatores estes que desafiam ao desenvolvimento das pesquisas para uma melhor compreensão e prevenção das doenças transmitidas pelo *Aedes aegypti*. E considerou a hipótese que o Índice de infestação predial larval (IIP), obtido através do Levantamento Rápido de Índice para *Aedes aegypti* (LIRAa), não reflete a áreas geográficas de risco de maior incidência de dengue no município, bem como é um preditor fraco para apontar o risco de epidemia.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar a distribuição espacial e a evolução temporal da incidência da dengue e sua correlação com variáveis entomológicas e climáticas em um município brasileiro de tríplice fronteira, no período de agosto de 2006 a julho de 2016.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

a) Obter a distribuição espacial das taxas de incidência de dengue, densidade de casos e índices de infestação predial, segundo anos epidêmicos e não epidêmicos;
b) Analisar a evolução temporal da temperatura, pluviosidade e taxas de incidência da dengue nos anos epidêmicos e não epidêmicos;
c) Analisar a incidência da dengue e sua correlação com o índice de infestação predial, índice de infestação do mosquito adulto, média da temperatura média, média da temperatura máxima, dias de chuva, umidade do ar e pluviosidade nos anos epidêmicos e não epidêmicos

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 A DENGUE NO CONTEXTO DAS DOENÇAS TROPICAIS, NEGLIGENCIADAS E REEMERGENTES

3.1.1 A dengue no contexto das doenças tropicais

O termo *doenças tropicais* constava do vocabulário médico desde o século XIX, e foi solidificando à medida que os micro-organismos foram sendo descobertos como causadores de doença, bem como o reconhecimento dos seus mecanismos de transmissão. A colonização do Caribe e do Pacífico pela Inglaterra, França e Estados Unidos proporcionou a descoberta de um mundo de muitas riquezas, mas também de muitas doenças desconhecidas. Como a maioria dessas novas terras colonizadas se situavam nos trópicos essas doenças foram chamadas de *doenças tropicais* (CAMARGO, 2008).

A terminologia *doenças tropicais* foi solidificada pela criação de várias associações médicas como: *The Society of Tropical Medicine of Philadelphia, depois transformada em American Society of Tropical Medicine, em 1903,* e mudou para *The Royal Society of tropical medicine and Hygiene em 1909.* Porém, esse termo era contestado por muitos cientistas que defendiam que essas doenças não estavam relacionadas a maldições ou fatalidades biogeográficas e sim as precárias condições de vida e econômicas das populações tropicais (CAMARGO, 2008).

Sendo assim, na primeira metade do século XX cristalizam-se duas ideias antagônicas sobre as doenças tropicais: são doenças de populações colonizadas, exploradas, miseráveis, que por acaso se concentram nos trópicos; são doenças de regiões insalubres, caniculares e sujas (CAMARGO, 2008).

A Organização Mundial da Saúde (OMS) inclui oito doenças como sendo ocorrências exclusivas nos trópicos, caracterizadas como doenças tropicais e explica que essa designação se refere às doenças infecciosas que se proliferam em condições climáticas quentes e úmidas. Sendo estas doenças causadas por protozoários: malária, leishmanioses, doenças de chagas, doença do sono; vermes: esquistossomose, oncocercose, filariose linfática e vírus: dengue (CAMARGO, 2008).

O efeito da junção dos fatores “pobreza e trópico” caracteriza-se como fatores imprescindíveis para a morbimortalidade de um grande contingente da população. A OMS criou o *Disability-Adjusted Life Years (Daly),* um índice para avaliar o impacto de uma

doença (*disease Burden*), aferido pelos índices de morte prematura e doença debilitante nas populações, ou seja, o Daly mede o tempo de vida perdido por morte prematura ou doença debilitante, pela população global ou regional conforme o desejado. Uma unidade Daly, significa um ano de vida. As Dalys para as doenças tropicais listadas pela OMS são: malária representa 46,5 milhões de anos perdidos pela humanidade; tuberculose, 35 milhões; filariose, 5,8 milhões; leishmaniose, 2 milhões; esquistossomose, 1,7 milhão; doença do sono, 1,5 milhão; doenças de chagas, 667 mil; dengue, 616 mil; oncocercose, 484 mil; hanseníase, 199 mil (CAMARGO, 2008).

De acordo com o autor acima citado, a situação também é lastimável quando analisados os números de mortes por ano, sendo: tuberculose 1,5 milhão; leishmaniose visceral 51 mil; doença do sono 48 mil; esquistossomose 15 mil; doença de chagas 14 mil e dengue 19 mil. Estes índices reforçam que o "fatalismo tropical" pode ser revertido significativamente pelo desenvolvimento econômico e sanitário.

Na atualidade, essas duas visões conflitantes sobre as origens das doenças tropicais do início do século XX se complementam: fatalidade biogeográfica e subdesenvolvimento são os genitores das *doenças tropicais*, pois reconhece-se que existe uma fatalidade tropical, porém, a persistência dessas doenças dependem principalmente da precária situação econômica vigente, caracterizando-se como resultado direto do subdesenvolvimento, as quais a OMS agrupa sob o rol de doenças negligenciadas (MOREL, 2006).

3.1.2 A dengue no contexto das doenças negligenciadas

As doenças negligenciadas representa um progresso em relação à designação 'doenças tropicais', por englobar os contextos de desenvolvimento político, econômico e social, ultrapassando a perspectiva colonialista associada a um determinismo geográfico da causalidade das doenças (MOREL, 2006).

De acordo com o autor acima citado as próprias nomenclaturas e definições adotadas por entidades de referência no tema para definir as doenças negligenciadas enfatizam a correlação entre as doenças negligenciadas e a pobreza das populações. Por exemplo, o *TDR – Special Programme for Research and Training in Tropical Diseases,* da OMS, emprega o termo "doenças da pobreza" e o Ministério da Saúde do Brasil, define que as doenças negligenciadas são as que não só prevalecem em condições de pobreza, mas também contribuem para a manutenção do quadro de desigualdade, já que representam forte entrave ao desenvolvimento dos países.

O termo *doenças negligenciadas* é ainda bastante recente, surgiu na década de 1970, com a criação do programa da Fundação Rockefeller, focado em '*the Great Neglected Diseases'*. Em 2001, a organização Médicos Sem Fronteiras (MSF), dividiu as doenças em 3 nomenclaturas, sendo elas: *globais* (ocorrem em todo o mundo), *negligenciadas* (mais prevalentes nos países em desenvolvimento) e *mais negligenciadas* (exclusivas dos países em desenvolvimento), (MOREL, 2006).

No mesmo ano, a OMS apresentou uma classificação similar à do MSF no Relatório da Comissão sobre Macroeconomia e Saúde, dividindo as doenças em 3 tipos, sendo elas: *tipo I* (equivalente às doenças globais dos MSF); *tipo II* (correspondem às negligenciadas dos MSF) e *tipo III* (referente as mais negligenciadas dos MSF). A partir de então, o termo doenças negligenciadas têm sido adotadas para denominar um conjunto de agravos infecciosos e parasitários endêmicos em populações de baixa renda, localizadas, sobretudo, na África, Ásia e Américas (MOREL, 2006).

Para Who (2008), o negligenciamento dessas doenças correlacionadas à pobreza representa segregação, esquecimento, seja pela indústria farmacêutica, pelos governos ou pelos sistemas de saúde, o que retrata também o negligenciamento das populações vitimadas por esses agravos que representa um sexto da população mundial.

De acordo com o primeiro relatório da OMS sobre o tema, "*Working to overcome the global impact of neglected tropical diseases*" que foi lançado em 2010, as doenças tropicais negligenciadas são endêmicas em 149 países e territórios, afetando mais de um bilhão de pessoas (WHO, 2008).

Morel (2006) aponta três causas principais da permanência das doenças negligenciadas, sendo elas: *falhas de ciência*, relacionadas aos conhecimentos insuficientes; *falhas de mercado*, dizem respeito à situação de medicamentos ou vacinas que existem, porém disponíveis a altos custos e as *falhas de saúde pública*, que ocorrem devido às estratégias terapêuticas acessíveis ou gratuitas não chegarem às populações afetadas devido a problemas de planejamento.

Na explicação para 'falhas da ciência', discute-se o baixo interesse da indústria farmacêutica no desenvolvimento de terapêuticas para as doenças negligenciadas e aponta a necessidade de institucionalizar mecanismos que levem as indústrias a desenvolver pesquisas para o tratamento de doenças próprias da realidade sanitária dos países pobres. Em relação às 'falhas de mercado' é preciso adotar mecanismos inovadores de financiamento ou negociações para redução de preços e as 'falhas de saúde pública' exigem novas estratégias de planejamento de inclusão das populações afetadas por essas doenças (MOREL, 2006).

De acordo com a perspectiva da OMS já existe, na atualidade, as condições e os mecanismos necessários para superação das doenças negligenciadas (WHO, 2008).

As doenças negligenciadas afetam 149 países, porém estes países não possuem uma lista em comum dessas doenças. No Brasil as doenças incluídas como negligenciadas foram: doença de chagas, doença do sono, leishmanioses, malária, filarioses e esquistossomose, hanseníase, tuberculose, dengue, febre amarela, HIV/AIDS, ascaridíase, tricuríase, necatoríase, ancilostomíase, tracoma, dracunculíase e úlcera buruli (MOREL, 2006).

Dentre a lista de doenças negligenciadas o Brasil definiu um rol de sete doenças como prioridades de atuação, a qual a dengue faz parte juntamente com doença de chagas, leishmaniose, malária, tuberculose, hanseníase e esquistossomose. Verifica-se que são doenças infecciosas que apresentam um vínculo direto com a miséria e que são apontadas como problemas prioritários e emergentes. Para muitos pesquisadores a utilização do conceito de doenças emergentes e reemergentes são mais adequadas para se referir a este conjunto de doenças (MOREL, 2006).

3.1.3 A dengue no contexto das doenças emergentes e reemergentes

A dengue é considerada uma das mais importantes doenças virais reemergentes endemica ou pandemica, ocorre praticamente em todas as regiões tropicais e subtropicais do planeta. Nas últimas décadas, a incidência de dengue nas Américas tem demonstrado uma tendência ascendente, com mais de cem países informando casos da doença, a despeito dos numerosos programas de erradicação ou controle que foram implementados (GOMES *et al.*, 2012; VIANA *et al*., 2013).

Para explicar o conceito das doenças emergentes e reemergentes se faz necessário compreender os princípios da teoria da transição epidemiológica no processo de adoecimento e morte da população. De acordo com essa teoria, em paralelo a transição demográfica, ou seja, a queda da mortalidade e natalidade e o aumento da expectativa de vida da população, ocorreria também a mudança no processo de adoecimento e morte, transcorrendo uma substituição das doenças infecciosas e parasitarias pelas doenças degenerativas e causas externas, enquanto principais causas de morbimortalidade (OMRAN, 1971).

Segundo o autor supracitado, esse processo de transição ocorreria em três estágios sucessivos: a idade de pestilências e fome; idade das pandemias reincidentes e posteriormente a idade das doenças degenerativas.

A transição demográfica e socioeconômica seria responsável pela transição epidemiológica, constituindo-se um conjunto complexo de modernização. A teoria diferencia três modelos básicos de transição epidemiológica, sendo eles exemplificados por: o *modelo clássico*, exemplificado pelo Reino Unido, Suécia e Estados Unidos, os quais essa transição se deu nas duas primeiras décadas do século XX; o *modelo acelerado*, cujo exemplo temos o Japão, onde teria ocorrido o mesmo processo do modelo clássico, apenas um pouco mais tardio, porém com maior rapidez (OMRAN, 1971).

E por último, o *modelo contemporâneo/atrasado* representado pelos países nos quais a transição epidemiológica ainda não se completou. Essa teoria já sofreu pequenos adendos, admitindo-se um quarto modelo, o *modelo transitório*, para contemplar a situação dos países da Ásia, onde estaria ocorrendo um rápido avanço para a superação das diferenças para o modelo clássico, tendo como exemplo a Coréia, Singapura e Taiwan (OMRAN, 1971).

O autor acima citado admite também que as doenças infecciosas não desaparecerão totalmente como causas de morbimortalidade, citando como exemplos as mortes por pneumonia, bronquites, influenzas e as morbidades por doenças sexualmente transmissíveis. Porém, ressalta que essas variações não comprometeriam o sentido geral da teoria da transição epidemiológica.

Para Frenk *et al*. (1991), as limitações dessa teoria surgem ao analisar a situação da América Latina. Neste contexto, observa-se um quadro heterogêneo entre os países e dentro de cada país. Alguns países com Cuba, Costa Rica e Chile poderiam ser enquadrados no modelo atrasado, outros como Haiti, Bolívia e Peru, estariam iniciando este processo.

O Brasil e o México apresentam características totalmente diferenciadas caracterizadas pela sobreposição de doenças infecto-parasitárias e crônico-degenerativas gerando um movimento de contra-transição, representado pelo ressurgimento de doenças como malária, cólera e dengue com grande destaque na morbidade e moderado na mortalidade (FRENK *et al*., 1991).

Neste cenário verifica-se também que não existe uma expectativa para resolução dessa situação, determinado principalmente pelo aumento das desigualdades sociais dentro dos países levando a uma “transição prolongada”. Estas diferentes características coloca um novo modelo de transição epidemiológica para América Latina “o modelo polarizado prolongado” (LUNA, 2002).

O conceito simplificado e equivocado da teoria da transição epidemiológica constitui-se no principal modelo para explicação das grandes tendências nos processos de adoecimento e morte da população durante boa parte do século XX, corroborando para a má

formação dos profissionais de saúde para diagnosticar e tratar esses agravos, o despreparo dos serviços de saúde e a falta de políticas públicas para o enfrentamento das doenças emergentes e reemergentes (LUNA, 2002).

Para Luna (2002), a constatação de que o processo de desenvolvimento socioeconômico e a modernidade, que seriam os fatores determinantes da transição epidemiológica, seriam também determinantes para o processo inverso, ou seja, facilitador para o surgimento e disseminação de novas e velhas doenças infecto-parasitárias, ocorreu recentemente com a emergência da Síndrome da Imuno Deficiência Adquirida (AIDS) no início dos anos 80, sendo considerada o fator principal para superação da teoria da transição epidemiológica e para criação do conceito das doenças emergentes e reemergentes.

Somente no ano de 1991, o Instituto de Medicina da Academia Nacional de Ciências dos Estados Unidos da América (EUA) organizou um comitê multidisciplinar com o objetivo de estudar as ameaças microbianas à saúde dos Estados Unidos e, em 1992, este comitê publica suas conclusões em um relatório que é considerado a primeira publicação com enfoque na emergência e reemergência das doenças infecciosas e parasitárias (LUNA, 2002).

Neste processo, as doenças infecciosas emergentes e reemergentes são conceituadas como aquelas cuja incidência em humanos vem aumentando nas últimas décadas ou ameaça aumentar num futuro próximo, seja como surgimento de novos agentes infecciosos ou com a mudança no comportamento epidemiológico de doenças já conhecidas, incluindo a introdução de agentes já conhecidos em novas populações de hospedeiros suscetíveis. Múltiplos fatores podem estar envolvidos na determinação das doenças emergentes e reemergentes como: fatores demográficos; sociais; políticos; econômicos; ambientais; fatores associados ao desempenho do setor da saúde; as mudanças e adaptação dos microorganismos (LUNA, 2002).

Para Barreto (1996), no Brasil nunca foi possível aplicar o modelo de transição epidemiológica, pois as doenças infecto-parasitárias, mantiveram-se num patamar constante, representando 10% dos internamentos hospitalares na rede pública do SUS, o que o autor caracteriza como doenças “permanentes”.

Associado a essa situação, o Brasil apresenta características sociais, econômicas e demográficas favoráveis a emergência e reemergência das doenças infecto-parasitárias, citando como exemplos a epidemia de AIDS que ocorreu concomitante na América do Norte, Europa e Ásia e vem se mantendo em patamares elevados, atingindo diferentes grupos populacionais vulneráveis; epidemia da cólera no Nordeste em 1991/1992, com mais de 60 mil casos notificados e depois apresentou picos epidêmicos esporádicos localizados no

próprio Nordeste e em outras regiões do Brasil, como no Paraná em 1998, também merece destaque as leishmanioses tegumentar e visceral e a leptospirose (BARRETO, 1996).

Nesse cenário das doenças emergentes e reemergentes também merece destaque as mais recentes epidemias do Chikungunya e do Zika Vírus, cuja circulação viral já atingiu todos os estados brasileiros e febre amarela silvestre mais focalizada nos estados de Minas Gerais e Rio de Janeiro e o sarampo cujo número de casos da doença aumentou em todo o mundo. No período de julho de 2017 a julho de 2018 foram registrados 173.330 casos no planeta, um aumento de 41 mil casos em apenas em um ano (BRASIL, 2018).

No Brasil, no ano de 2018 até mês de outubro foram confirmados 2564 casos de sarampo, disseminados em seis estados brasileiros: Amazonas, Roraima, Rondônia, São Paulo, Rio de Janeiro e Rio Grande do Sul (BRASIL, 2018).

Não poderia faltar neste contexto a reemergência da dengue, foco deste estudo a qual é considerada uma das mais importantes doenças virais reemergentes transmitida por mosquito. As doenças transmitidas por vetores encontram-se no rol de doenças elencadas pela a OMS, que merecem atenção especial, e a dengue se apresenta como um problema de saúde pública em todos os cenários quer seja como doença tropical, negligenciada e ou reemergente (BRASIL, 2018).

3.2 A DENGUE NO MUNDO E SUA MAGNITUDE

A dengue data-se de tempos remotos, descrições do quadro clínico de epidemias por essa doença aparecem nos manuscritos em uma enciclopédia chinesa do ano 610 d.C. Porém, considera-se que as ocorrências melhor documentadas antes do isolamento do agente etiológico foram descritas pela primeira vez em 1780, nos Estados Unidos, na Filadélfia. Nas Américas, a primeira epidemia ocorreu no século XVIII até as primeiras décadas do século XX, quando se observou um silêncio epidemiológico (WHO, 2008).

Durante muitos séculos, a dengue foi considerada doença benigna, provocando surtos e/ou epidemias isoladas, com duração de 3 a 7 anos, que atingiram várias partes do mundo: Américas, África, Ásia, Austrália e Europa, essa situação pode ser explicada pela circulação de um mesmo sorotipo numa mesma área por muitos anos, provavelmente devido a lentidão dos meios de transporte da época (WHO, 2008).

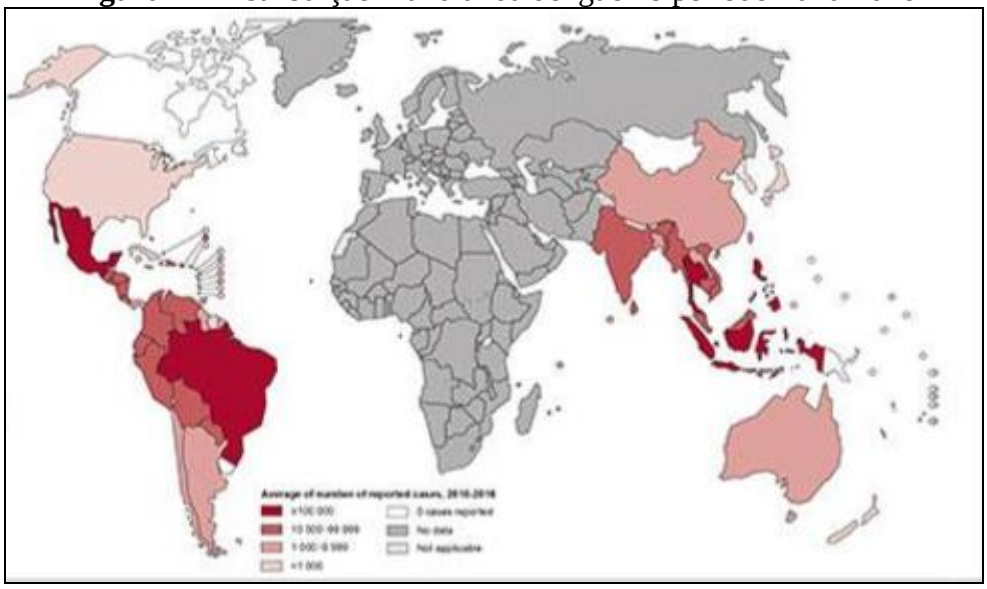
Este panorama sofreu uma grande mudança com o advento da Segunda Guerra Mundial, que favoreceu a circulação de vários sorotipos em uma mesma área geográfica, propiciando a ocorrência das formas graves da doença, na época chamada de febre

hemorrágica do dengue (FHD). O primeiro surto da Febre Hemorrágica da Dengue (FHD) foi registrado nas Filipinas em 1953, depois em 1958 em Bangkok/Tailândia, a partir dessa época as epidemias da forma grave da doença atingiram vários países com registros de milhares de casos de FHD e óbitos (WHO, 2008).

A doença ressurge em 1963 com a circulação de 2 sorotipos (DEN-1 e DEN-2). Nesta época 4 países notificaram a doença. Em 1979 passa para 9 países, porém o grande avanço da doença nas Américas foi em 1980 onde 25 países registraram casos da doença. Em 2002 a doença atingiu 69 países americanos, sendo registrado mais de 1 milhão de casos de e FHD. Atualmente, a circulação do vírus da dengue se estabeleceu desde o sul dos estados Unidos até a Argentina, embora seja mais intensa entre os paralelos 35ºN e 35ºS (WHO, 2008). A dengue é uma das arboviroses com maior velocidade de propagação, sendo considerada a doença viral transmitida por mosquito mais difundida em aproximadamente 100 países. Estima-se que ocorram anualmente a nível mundial 500.000 casos de dengue grave e 22.000 mortes, caracterizando a doença como *maldição urbana.* Esta situação de grandes epidemias demonstra a dificuldade no controle da doença nível global (MARTÍN *et al*., 2010); (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2009).

A dengue constitui na atualidade umas das mais importantes arboviroses do mundo (Figura 2) (KOURI *et al*., 1986). Porém a incidência maior da doença encontra-se nos países da América Latina e Caribe e é considerada atualmente, em nível global, a mais importante arbovirose (doença viral transmitida por artrópode) em termos de morbidade, letalidade e implicações econômicas (TORREZ; CASTRO, 2007).

Figura 2 - Distribuição mundial da dengue no período 2010-2016



Fonte: Extraído de World Health Organization (2009).

Atualmente a dengue se caracteriza como um sério problema de saúde pública no mundo, com um reflexo mais expressivo em países tropicais devido as suas condições ambientais, principalmente as climáticas e a ineficiência das políticas públicas voltadas a este segmento tem contribuindo para o aumento e proliferação do mosquito *Aedes aegypti*. Este mosquito adapta-se muito bem em climas tropicais e subtropicais (MENDONÇA; PAULA; OLIVEIRA, 2004).

A larva do *Aedes aegypti* se desenvolve onde há água limpa, parada e calor e destacam que três condições climáticas são propícias para a ação do mosquito da dengue: temperaturas entre 25 e 29°C, chuvas intermitentes e ventos calmos (MENDONÇA; PAULA, 2002).

Corroborando com Mendonça e Paula, Viana (2013), realizou um estudo de revisão sistemática onde os resultados reforçam que as variações climáticas relacionadas ao aumento da temperatura, da pluviosidade contribuem para aumentar o número de criadouros, facilitando assim o desenvolvimento do vetor. Tanto a fase aquática do vetor que corresponde as etapas de desenvolvimento de ovo, larva e pupa, como a fase terrestre, relacionada ao mosquito na forma adulta, estão sujeitos às alterações ambientais e meteorológicas.

Existe a probabilidade de mudanças que sugerem um aumento do alcance geográfico para a transmissão do vírus da dengue em um clima futuro. Alguns deles são baseados nas relações entre variáveis climáticas e incidência de doenças. Existe previsão de um aumento na temperatura média da superfície global de 0,4-2,6 °C para meados do século 21, com mudanças espacialmente heterogêneas na precipitação e no nível do mar (WILLIAMS *et al*., 2014).

Assim, de acordo com o autor acima citado a intensidade e a distribuição de doenças transmitidas por mosquitos, incluindo a dengue, tendem a se expandir. Porém o impacto de fatores sociais, como controle de vetores, qualidade da habitação e renda, tem sido previsto para minimizar o risco da transmissão da dengue. O uso de um modelo estatístico que incorpora o aumento do produto interno bruto demonstrou um aspecto de cunho positivo no controle do vetor que diminuiria o risco futuro da expansão da doença.

O estudo mostra que a distribuição geográfica da dengue diminuiu em geral nas últimas décadas em países desenvolvidos como a Austrália, apesar do aquecimento do clima desde meados do século XX, demonstrando que aquecimento do clima e o aumento da pluviosidade, como fatores isolados não foram fortemente associados ao aumento da transmissão da dengue na Austrália (WILLIAMS *et al*., 2014).

Um estudo realizado no extremo norte de Queensland, Austrália, sobre as projeções futuras das mudanças climáticas e o aumento da população de *Aedes aegypti*, analisou a dinâmica populacional, produtividade e persistência do *Aedes aegypti* e implicações para epidemias de dengue (WILLIAMS *et al*., 2014).

De acordo com o autor acima citado, não necessariamente um clima mais quente e mais úmido aumentará a população de mosquitos. As projeções futuras sobre o aumento dos mosquitos foram inconsistentes, fazendo sentido interpretá-los como resultados ambíguos, sem prever um aumento ou uma diminuição, demonstrando que a extrapolação desses estudos deve levar em consideração modelos de estudos que incorporam fatores biológicos e ambientais para não haver conclusões errôneas sobre aumento do vetor e, consequentemente da incidência da doença resultar única e exclusivamente do aumento da temperatura.

Este estudo apontou que temperaturas mais altas podem levar à diminuição do vetor, sugerindo que pode exceder a faixa ideal de temperatura para crescimento e desenvolvimento, e, assim, diminuir as probabilidades de sobrevivência. Evidenciou-se também que apesar das temperaturas mais altas a taxa de desenvolvimento larval e a população do mosquito adulto diminuíram, pois não estavam diretamente relacionada com aumento da pluviosidade, com diminuição da pluviosidade a probabilidade de ovos eclodirem pode diminuir uma vez que os ovos do mosquito são depositados na linha d'água e as altas temperaturas aumentam o processo de evaporação da água, interrompendo o processo de eclosão. Sendo assim os autores afirmam que o aumento da população dos mosquitos em um clima futuro está relacionado à sobrevivência de adultos e à probabilidade de conclusão bem-sucedida do desenvolvimento larval. (WILLIAMS *et al*., 2014).

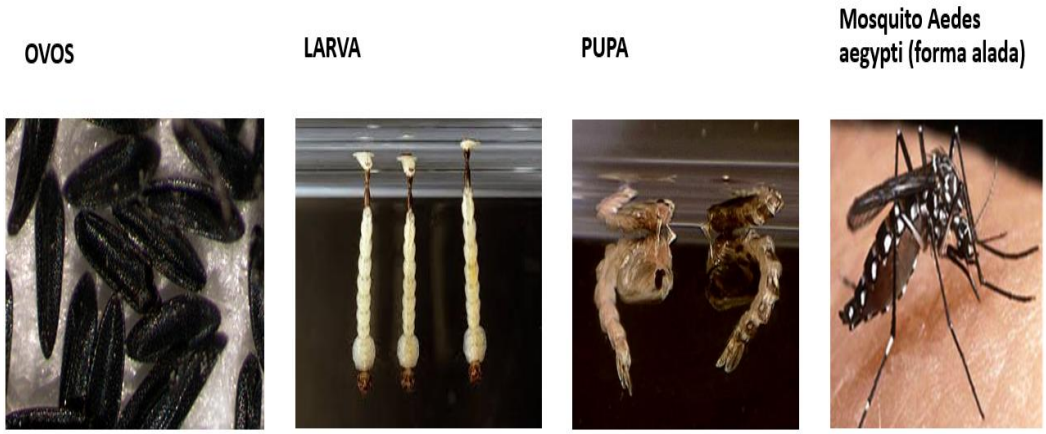
3.3 *AEDES AEGYPTI*: CARACTERÍSTICAS, EVOLUÇÃO E MEDIDAS DE CONTROLE

Existem duas espécies de mosquitos responsáveis pela transmissão da dengue: o *Aedes aegypti* e o *Aedes albopictus*. Além da dengue eles podem transmitir 23 diferentes tipos de arbovírus, entre eles, Oropouche, Chikungunyia, Zika vírus, rocio, Febre Amarela, Encefalite Equina Venezuelana e EncefaliteJjaponesa sendo demonstrada, em algumas dessas arboviroses, a transmissão vertical no vetor (RODHAIN, 1996).

No Brasil, o vetor de importância responsável pela transmissão da dengue é o *Aedes aegypti*, ele mede menos de 1 centímetro, é preto com listras brancas no corpo e nas pernas (Figura 3). Ele vive em média 45 dias, costuma picar nas primeiras horas da manhã e nas últimas da tarde e sua picada é indolor. O mosquito tem características urbanas, o macho

alimenta-se de seivas das plantas e as fêmeas são hematófagas, sendo elas as responsáveis pela transmissão das arboviroses no homem (RODHAIN, 1996).

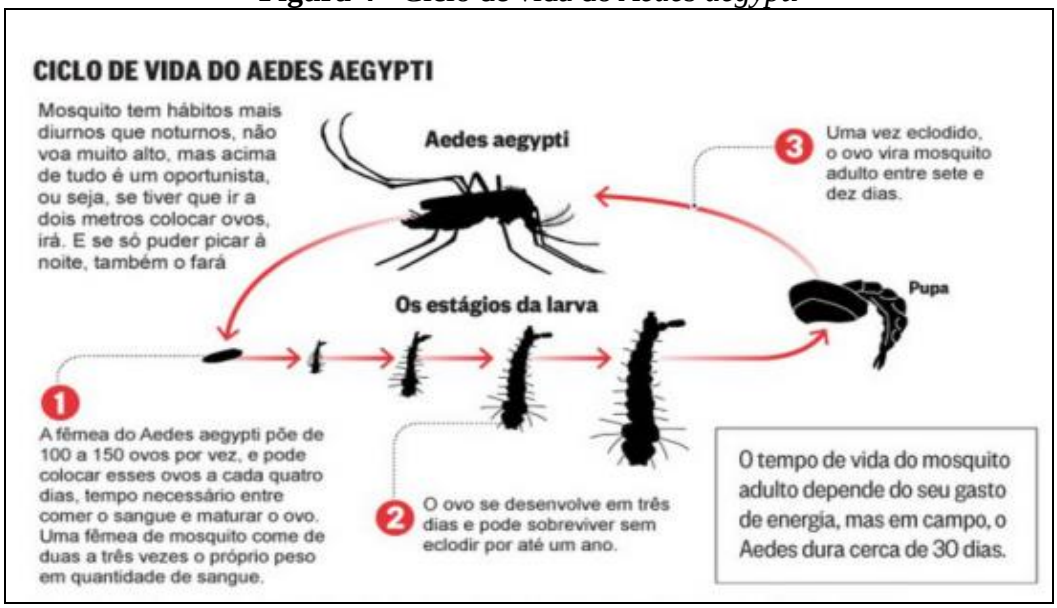
Figura 3 - Características do *Aedes aegypti*



Fonte: Extraído de Brasil (2002).

O *Aedes aegypti* tem um ciclo de vida que compreende quatro fases, sendo elas: ovo, larva, pupa e adultos. Para passar da fase do embrião até a fase adulta (ovo, larva e pupa), o *Aedes aegypti* demora em média dez dias. Os ovos são depositados em locais quentes e úmidos, depositados em lugares próximos a linha d'água, se as condições de umidade forem adequadas os embriões que estão dentro dos ovos levam de dois a três dias para se desenvolverem e eclodirem, Figura 11 (COSTA, 2001).

Figura 4 - Ciclo de vida do *Aedes aegypti*



Fonte: Extraído de Brasil (2002).

Mesmo os ovos não encontrando condições de umidade adequada para eclodir eles podem se tornarem resistente a dissecação e, assim, poderão sobreviver por períodos que vão de vários meses a um ano. Isso representa uma grande barreira para a eliminação do mosquito (COSTA, 2001).

O período larvário quando encontra as condições adequadas de temperatura leva no máximo cinco dias para se tornar pupa. A pupa é dividida em tórax, cabeça e abdômen, e é a fase onde ocorre a transformação para o estágio adulto, depois de adulto os mosquitos se acasalam já no primeiro dia de vida (COSTA, 2001).

A transmissão da doença ocorre em decorrência da picada da fêmea do mosquito que permite a passagem do vírus presente em suas glândulas salivares e é caracterizada pelos ciclos correspondentes: homem - *Aedes aegypti* - homem, sendo eles o ciclo intrínseco no homem e o extrínseco no vetor (BRASIL, 2005).

O mosquito é capaz de transmiti-lo depois de um repasto de sangue infectado, após 8 a 12 dias de incubação extrínseca. A fêmea do mosquito possui hábitos alimentares diurnos e ao picar uma pessoa doente que se encontra no período de viremia, torna-se, após um período de 10 a 14 dias, capaz de transmitir o vírus por toda sua vida (BRASIL, 2005).

A fêmea do mosquito necessita de água limpa e parada para a oviposição e para proliferação de suas larvas, o que é facilmente encontrado em locais com precárias condições de saneamento básico, lixos não biodegradáveis como pneus velhos, garrafas vazias, embalagens plásticas em geral e principalmente em recipientes intradomiciliares. O mosquito possui como alcance de voo trezentos metros, porém, uma fêmea pode voar até três quilômetros até encontrar um local adequado à oviposição (BRASIL, 2005).

Estudos realizados sobre comportamento do vetor e a capacidade de adaptação do *Aedes aegypti* mediante situações desfavoráveis demonstrou que já foi encontrado larvas em água suja e poluída. E foi verificado que as formas imaturas foram encontradas em recipientes de diversas formas e, constituídos de mínima quantidade de água, proporcionadas principalmente pelo ser humano em seu ambiente de vida, evidenciando que tais condições de dispersão possuem estreita relação com o modo de vida do ser humano (LEFÈVRE *et al*., 2007).

De acordo com Câmara *et al*. (2007), a disseminação da doença depende de condições ecológicas e socioambientais, as quais promovem dispersão facilitada. Estudos apontam a presença do *Aedes aegypti* mundialmente, com maior importância nos países de clima tropical e subtropical, no entorno e abaixo da Linha do Equador, os quais encontram-se em sua maioria os países mais pobres.

Apesar de inúmeros métodos empregados no combate as doenças transmitidas por vetores no Brasil e nos países endêmicos, verifica-se que as condições socioambientais favoráveis à expansão do *Aedes aegypti* possibilitaram a dispersão desse vetor, desde sua reintrodução em 1976 (BRASIL, 2002).

De acordo com Brasil (2002), desde o ressurgimento da dengue no Brasil até 1996, os programas de combate desenvolvidos foram incapazes de controlar o vetor que tem demonstrado alta capacidade de adaptação ao novo ambiente criado pela urbanização acelerada e pelos novos hábitos. Tais estratégias foram desenvolvidas com foco no combate químico, com baixíssima ou mesmo nenhuma participação da comunidade, sem integração intersetorial e com pequena utilização do instrumental epidemiológico.

Em 1996, o Ministério da Saúde lança o Programa de Erradicação do *Aedes aegypti* (PEAa), que vigorou até 2002. O PEAa previa um modelo descentralizado de combate à doença, com a participação das três esferas de governo: Federal, Estadual e Municipal. A implantação do PEAa resultou em um fortalecimento das ações de combate ao vetor, com um significativo aumento dos recursos utilizados para essas atividades, mas ainda com as ações de prevenção centradas quase que exclusivamente nas atividades de campo de combate ao *Aedes aegypti* com o uso de inseticidas (BRASIL, 2002).

Porém, com o passar do tempo, observou-se a inviabilidade técnica de erradicação do mosquito a curto e médio prazos o que levou o Ministério da Saúde a desenvolver um novo programa de controle da dengue que incorporasse elementos como a mobilização social e a participação comunitária, indispensáveis para responder de forma adequada a um vetor altamente domiciliado (BRASIL, 2002).

Em 2001, o Ministério da Saúde, com a parceria da Organização Pan-Americana de Saúde, elaborou o Plano de Intensificação das Ações de Controle da Dengue (PIACD). Esse plano selecionou 657 municípios prioritários no país, com o objetivo de intensificar ações e adotar iniciativas capazes de utilizar com melhor eficácia os pontos positivos já criados anteriormente. Em 2002, o MS lança o Programa Nacional de Controle da Dengue (PNCD) com intuito de normatizar e fortalecer o conjunto de ações para um melhor enfrentamento do problema e a redução do impacto da dengue no Brasil. O PNCD procurou incorporar as lições das experiências nacionais e internacionais de controle da dengue, enfatizando a necessidade de mudança nos modelos anteriores, fundamentalmente em alguns aspectos essenciais: Fortalecimento da vigilância epidemiológica e entomológica para ampliar a capacidade de predição e de detecção precoce de surtos da doença, melhoria da qualidade do trabalho de campo de combate ao vetor, integração das ações de controle da dengue com Atenção Básica,

com a mobilização do Programa de Agentes Comunitários de Saúde (PACS) e Programa de Saúde da Família (PSF), desenvolvimento de instrumentos mais eficazes de acompanhamento e supervisão das ações desenvolvidas pelo Ministério da Saúde, estados e municípios (BRASIL, 2002).

O PNCD passa adotar o Levantamento Rápido de Índices para *Aedes aegypti* (LIRAa), que mede os índices de infestações larvários e são denominados métodos simplificados por permitirem a obtenção de estimativas associadas a erros aceitáveis e vícios desprezíveis, de forma simples, rápida e econômica e obter resultados dentro de uma segurança estatística aceitável (BRASIL, 2013).

A Organização Mundial da Saúde (OMS) e a Organização pan-Americana da Saúde (Opas) estimula a adoção de tais métodos na realização de levantamentos entomoepidemiológicos para o prognostico da situação de risco e a tomada de medidas controle da doença. O PNCD, no seu componente de Vigilância Entomológica, possui um sistema de informação para acompanhamento das atividades de controle dos vetores (*Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*): o Sistema de Informação de Febre Amarela e Dengue (Sisfad). Esse sistema é alimentado com os dados obtidos pela realização do LIRAa que fornece dois indicadores de acompanhamento do vetor, a partir da realização os Índices de Infestação Predial (IIP) e o Índice de Breteau (IB). Com o IB é possível verificar os principais criadouros existentes no domicílio e classificá-los segundo o tipo, sendo essa uma ferramenta pouco explorada na caracterização socioambiental das comunidades (BRASIL, 2013).

O IIP é o indicador mais utilizado, por meio deste índice, pode-se levantar o percentual de edifícios positivos (com a presença de larvas de A. aegypti). Embora seja utilizado para mensurar o nível populacional do vetor, não considera o número dos recipientes positivos nem o potencial produtivo de cada recipiente. Apesar desses problemas, é de grande utilidade, pois fornece o percentual de casas positivas (BRASIL, 2013).

O plano amostral de realização do LIRAa determina que sejam sorteados quarteirões e dentro dos quarteirões os imóveis, durante a visita do agente comunitário de endemia (ACE). Tal procedimento permite menor concentração de imóveis nos quarteirões sorteados. A área urbana destes municípios deve ser dividida em *estratos* que apresentem características socioambientais semelhantes, a fim de se obter uma homogeneidade de cada estrato e facilitar as ações de controle vetorial pós-LIRAa (BRASIL, 2013).

A composição dos estratos deve respeitar o intervalo de 8.100 a 12 mil imóveis, sendo o número ideal em torno de nove mil imóveis. O passo seguinte é a retirada de uma

amostra independente, devendo, dentro dos quarteirões selecionados, serem inspecionados 20% dos imóveis (BRASIL, 2013).

O delineamento de amostragem para cada município é determinado em função da sua densidade populacional e do número de imóveis existentes, sendo considerada uma técnica de amostragem por conglomerados, tendo o quarteirão como a unidade primária de amostragem e o imóvel, a unidade secundária (BRASIL, 2013).

Neste levantamento são excluídos os pontos estratégicos (PE). São considerados PEs os imóveis com grande concentração de depósitos preferenciais para desova do *Aedes aegypti*. seja devido à presença de grandes quantidades de recipientes ou ainda por serem possíveis portas de entrada de mosquitos oriundos de outras localidades. Nas áreas infestadas o controle do mosquito nos PEs deve ser priorizado e a vigilância do PE deve ser realizada quinzenalmente, com coleta e encaminhamento das amostras de larvas sempre que encontradas, nas visitas aos PEs (BRASIL, 2013).

Para o autor acima citado, cabe também a equipe de agentes de endemias realizar trabalhos educativos, controle mecânico, controle químico e coleta de larvas. Ainda durante as visitas realizadas pelos agentes de endemias nos domicílios são registrados as pendencias. Pendência é o índice de casas fechadas por localidade. Caso o município esteja em situação de epidemia de dengue, o LIRAa não deverá ser executado, pois em situações de epidemias são lançadas ações emergenciais, eliminação de focos e tratamentos residuais.

De acordo com o PNCD o LIRAa deve ser realizados nos meses de janeiro, março e outubro, e têm a duração de uma semana. Com os resultados consolidados nos índices anteriormente demonstrados Índice de Infestação Predial (IIP), procura-se estabelecer riscos à ocorrência de epidemias (ausência de risco, alerta, risco), de acordo com critérios pré-estabelecidos pela Secretaria de Vigilância em Saúde, quando os índices de infestação predial são inferiores a 1% em um determinado estrato, este é considerado como estando em condições satisfatórias. Estratos com índices entre 1% a 3,9% estão em situação de alerta. E para índices superiores a 4% há risco de epidemia de dengue (BRASIL, 2013).

O LIRAa não só produz esses indicadores larvários, mas também auxilia na identificação dos criadouros preferenciais do mosquito. Esse método de levantamento foi desenvolvido de forma a simplificar a disposição das informações entomológicas a fim de atender às necessidades dos gestores e profissionais operacionais (BRASIL, 2013).

3.4 A EVOLUÇÃO DA DENGUE NO BRASIL COM DESTAQUE PARA REGIÃO SUL E ESTADO PARANÁ

No Brasil, os primeiros registros de epidemia de dengue surgem no século XIX, no ano de 1846, no Rio de Janeiro, São Paulo e Salvador. Posteriormente, surge relato da ocorrência da doença nos anos de 1851, 1853, 1916, 1923, tendo Rio de Janeiro e São Paulo como cenário (OSANAI *et al*., 1983).

Porém, de acordo com Brasil (2005), a primeira documentação clínica e laboratorial ocorreu por volta de 1981, em Boa Vista/Roraima, provocada pelos sorotipos 1 e 4.

De acordo Tauil (2002) nas décadas de 1950 e 1960, 18 países da América Latina, incluindo o Brasil, realizaram uma intensa campanha nacional voltada para eliminação do mosquito *Aedes aegypti* em seus territórios. A campanha era de caráter militar, com rigor das estratégias, executadas por exércitos de agentes sanitários envolvidos em atividades rígidas de combate ao vetor, captura dos mosquitos, bloqueio da progressão da doença baseada no uso de inseticidas, o qual demandava alto custo.

No Brasil essa estratégia obteve êxito por um curto período de tempo, o que levou a declaração da erradicação da doença no país em 1973, porém, a doença, reemergiu em 1982, apresentando sua primeira epidemia em Roraima, 4 anos depois no Rio de Janeiro e após se disseminou para todo os estados do país, apresentando epidemias de grandes proporções (TAUIL, 2002).

Diversos foram as falhas que contribuíram para reinfestação do vetor no Brasil, após a “erradicação” da doença no início da década de 1970 ocorreu uma despreocupação quanto ao controle do mosquito, principalmente numa época favorável à sua disseminação em decorrência da urbanização intensa e desorganizada, sobretudo devido ao avanço da industrialização, atrativos de grandes fluxos de mão de obra. Outro fator relevante é caracterizado pelo fato de as campanhas serem focadas no combate químico do mosquito e a falta de envolvimento da comunidade neste processo (MENDONÇA *et al*., 2009);

A situação atual da dengue no Brasil é motivo de muita preocupação para as autoridades de saúde, devido às dificuldades encontradas no controle do vetor, que constitui ação principal de prevenção da doença e pela insuficiência da capacidade instalada dos serviços de saúde para atendimento aos indivíduos acometidos com as formas graves (MENDONÇA, 2009).

Atualmente, o Brasil enfrenta a hiperendemicidade da doença com os quatro sorotipos virais circulando, com consequente aumento das epidemias, casos graves e óbitos. O

Brasil não avançou nas medidas de controle da doença, uma vez que o MS já lançou várias medidas de prevenção, porém sem sucesso para impedir a ocorrência de epidemias em grandes proporções e óbitos e até a atualidade ainda não foi encontrada nenhuma estratégia eficaz para o controle do vetor (ALVES *et al*., 2011).

São diversos os fatores que tem contribuído para a proliferação da dengue no Brasil, destacando-se: o aumento da densidade populacional urbana devido ao êxodo rural dos últimos 30 anos, com consequente aumento da áreas de invasões nas cidades, com consequente falta de saneamento básico, precariedade na coleta de lixo e distribuição de água potável, associado a modernização, em relação a uso em grande escala de embalagens descartáveis (plásticas, alumínio, vidro ou de isopor). Caracterizando-se um cenário ideal para proliferação do mosquito e a propagação da dengue de forma avassaladora, tornando ineficaz o modelo tradicional de combate ao vetor por meio de aplicação de larvicidas e adulticidas pelos Agentes de Combate a Endemias (BRASIL, 2016a).

Viana *et al*. (2013), realizaram uma revisão sistemática sobre a ocorrência de dengue e mudanças climáticas no Brasil, no período de 2002 a 2010, onde foram analisados 31 artigos, porém foi encontrado somente um artigo da região sul do brasil relacionado ao estado do Paraná. Os resultados apontaram que apesar das diferenças na dinâmica climática da pluviosidade e temperatura nas diversas regiões do Brasil, a maior incidência da doença e infestação de vetores foram associados ao aumento dos índices pluviométricos e das médias de temperatura no país, principalmente no primeiro semestre do ano.

A Reintrodução da dengue na região Sul do Brasil data-se de tempo recente como verificado por meio dos registros de saúde, onde foi possível identificar que a doença (re) aparece na região somente a partir de meados da década de 1990. A maioria dos casos de dengue registrados na região sul em meados da década de 90 caracteriza-se como importados, exceto no Estado do Paraná é que se observou o registro de casos autóctones da doença. Esta situação parece refletir não somente a distinção de condições de vida / modo de vida da população dos três estados, mas, sobretudo a diversidade climática desta região em relação ao restante do país (MENDONÇA, 2003).

Os primeiros registros de casos de dengue no Estado do Paraná ocorreram em 1993. Em 1995 foi registrada a primeira epidemia. Entre 1995 a 2009 o Paraná foi responsável por aproximadamente 96,5% (71.636) dos casos de dengue na região Sul. Em 1995 foram registradas no Paraná epidemias com os sorotipos DENV-1 e DENV-2. Em 2002 inicia-se a circulação do DENV-3 (PAULA, 2005).

A distribuição dos casos no Paraná apresenta-se bastante heterogênea, com forte concentração dos casos registrados de dengue na região norte do estado, onde estão inseridas as mesorregiões Oeste, Centro-Oeste, Noroeste, Norte Central e norte Pioneiro (PAULA, 2005). Atualmente já circula no Estado os 4 sorotipos da doença (PARANÁ, 2018), conforme demonstrado na tabela 1.

Tabela 1- Dengue – Casos notificados e confirmados (autóctones e importados), incidência por 100 mil/hab. Casos e óbitos por febre hemorrágica do dengue, dengue com complicações. Total de casos graves e letalidade – Paraná, 1991 a 2012.

ANO	POPU-LAÇÃO	CASOS DE DENGUE					CASOS GRAVES						
		NOTI-FICADOS	CONFIRMADOS			INCI-DÊNCIA (100.000 HAB)	FHD		DCC		TOTAL (FHD + DCC)		LETA-LIDADE (%)
			AUT	IMP	TOTAL		CASOS	ÓBITOS	CASOS	ÓBITOS	CASOS	ÓBITOS	
1991	8.448.713	161	-	16	16	-	-	-	-	-	-	-	-
1992	8.511.279	59	-	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-
1993	8.587.901	59	3	3	6	0,03	-	-	-	-	-	-	-
1994	8.651.138	69	1	7	8	0,01	-	-	-	-	-	-	-
1995	8.712.805	3.595	1.519	342	1.861	17,43	-	-	-	-	-	-	-
1996	9.003.804	5.178	3.049	146	3.195	33,86	-	-	-	-	-	-	-
1997	9.142.215	1.192	3	10	13	0,03	-	-	-	-	-	-	-
1998	9.258.813	2.747	534	49	583	5,77	-	-	-	-	-	-	-
1999	9.375.592	1.314	266	43	309	2,84	-	-	-	-	-	-	-
2000	9.492.790	4.419	1.708	143	1.851	17,99	-	-	-	-	-	-	-
2001	9.694.709	3.845	1.164	124	1.288	12,01	-	-	-	-	-	-	-
2002	9.798.006	13.167	4.731	433	5.164	48,29	1	1	2	2	3	3	100,00
2003	9.906.866	23.890	9.230	208	9.438	93,17	-	-	-	-	-	-	-
2004	10.135.388	3.392	57	50	107	0,56	-	-	-	-	-	-	-
2005	10.261.856	4.831	882	107	989	8,59	-	-	-	-	-	-	-
2006	10.387.378	5.380	830	311	1.141	7,99	-	-	-	-	-	-	-
2007	10.284.503	50.028	25.070	918	25.988	243,76	9	5	6	2	15	7	46,67
2008	10.590.169	18.199	850	161	1.011	8,03	2	2	1	-	3	2	66,67
2009	10.686.247	10.254	771	122	893	7,21	3	-	2	-	5	-	-
2010*	10.439.601	66.550	32.594	862	33.456	312,21	64	8	121	7	185	15	8,11
2011*	10.439.601	68.831	28.224	732	28.956	270,36	106	6	129	8	235	15	6,38
2010/2011	10.439.601	65.649	28.511	696	29.207	273,10	105	6	128	8	233	15	6,44
2011/2012	10.439.601	11.903	223	36	259	2,14	1	-	1	-	2	-	-

Fonte: Extraído de Paraná (2018).

Entre as epidemias registradas na última década no Estado do Paraná, a ocorrida no ano de 2016 destaca-se como a de maior incidência e óbitos, foram confirmados 55.439 casos de dengue e 63 óbitos, sendo destes 18, ocorridos no município de Foz do Iguaçu, conforme tabela 2. Trata-se de uma doença de difícil controle, cuja prevenção está embasada no modo de vida, nas políticas públicas e no ambiente, pois não possui controle clínico (PARANÁ, 2018).

Tabela 2 - Número de casos de dengue notificados, dengue grave, dengue com sinais de alarme, óbitos e incidência por 100.000 habitantes por Regional de Saúde, Paraná. Semana Epidemiológica 31/2015 a 30/2016.

REGIONAL DE SAÚDE	POPU-LAÇÃO	CASOS			NOTIFI-CADOS	DSA	DG	ÓBI-TOS	INCI-DÊNCIA
		AUTÓC	IMPORT	TOTAL					
1ª RS - Paranaguá	286.602	15.712	680	16392	22.343	285	31	30	5.482,17
2ª RS - Metropolitana	3.502.790	31	619	650	9.320	5	1	2	0,89
3ª RS - Ponta Grossa	618.376	83	33	116	835	1	0	0	13,42
4ª RS - Irati	171.453	1	6	7	176	0	0	0	0,58
5ª RS - Guarapuava	459.398	21	29	50	611	0	1	0	4,57
6ª RS - União da Vitória	174.970	1	7	8	94	0	0	0	0,57
7ª RS - Pato Branco	264.185	109	58	167	972	0	0	0	41,26
8ª RS - Francisco Beltrão	355.682	1.678	125	1.803	4.802	10	2	2	471,77
9ª RS - Foz do Iguaçu	405.894	10.459	494	10.953	21.012	358	33	18	2.576,78
10ª RS - Cascavel	540.131	2.613	360	2.973	7.151	7	2	1	483,77
11ª RS - Campo Mourão	340.320	1.162	69	1.231	4.077	5	0	0	341,44
12ª RS - Umuarama	277.040	377	20	397	2.455	2	0	0	136,08
13ª RS - Cianorte	154.374	141	39	180	1.497	0	0	0	91,34
14ª RS - Paranavaí	274.257	427	100	527	3.382	0	0	0	155,69
15ª RS - Maringá	799.890	7.387	125	7.512	19.879	7	1	3	923,50
16ª RS - Apucarana	372.823	187	91	278	2.663	0	0	0	50,16
17ª RS - Londrina	935.904	9.096	203	9.299	33.090	69	53	5	971,89
18ª RS - Cornélio Procópio	230.231	1.026	179	1.205	3.465	4	5	0	445,64
19ª RS - Jacarezinho	290.216	404	100	504	1.954	14	0	0	139,21
20ª RS - Toledo	385.916	1.579	247	1.826	4.797	12	2	1	409,16
21ª RS - Telêmaco Borba	184.436	6	10	16	276	0	0	0	3,25
22ª RS - Ivaiporã	138.130	208	49	257	906	1	1	1	150,58
TOTAL PARANÁ	11.163.018	**52.708**	**3.643**	**56.351**	**145.757**	**780**	**132**	**63**	**472,17**

Fonte: Extraído de Paraná (2018).

3.5 O CONTEXTO HISTÓRICO DA DENGUE EM FOZ DO IGUAÇU

A cidade de Foz do Iguaçu é um dos municípios prioritários no combate à dengue no estado do Paraná, devido a sua localização geográfica, município de fronteira com Paraguai e Argentina, um dos maiores pólos turísticos do Brasil e registro de altos índices de incidência da dengue.

A confirmação dos primeiros casos autóctones de dengue no município ocorreu em fevereiro de 1998. No primeiro semestre de 1998 registrou-se a primeira epidemia em Foz do Iguaçu, quando foram confirmados 480 casos da doença. Em 2000 foram registrados 42 casos importados, o que favoreceu o desenvolvimento de uma epidemia em que foram confirmados 654 casos autóctones. Em 2001, a incidência foi baixa, voltando a registrar epidemias em 2002 com 1.430 casos e 700 em 2003 Nos anos de 2004 a 2006, o município, embora tenha registrado casos confirmados da doença, não apresentou situação de epidemia. Nos anos posteriores, o município passou a registrar novamente altas epidemias: em 2007 (3102 casos), 2010 (8780 casos), 2011 (2844 casos), 2013 (2951 casos), 2015 (2668 casos) e 2016 (8673 casos), importante destacar que estes números estão acrescidos de casos confirmados de moradores de outros países, geralmente Paraguai e Argentina (PAULA, 2005).

Observa-se também que o município passou a registrar casos de óbitos a partir do ano de 2007, conforme tabela 3. Nos anos epidêmicos a incidência da dengue se elevou >1000 casos para 100 mil/habitantes, a OMS considera como período não epidêmico (0 a 149 casos para 100 mil/hab), pré epidêmico (150 a 299 casos para 100 mil/hab.) e epidêmico (igual ou >300 casos para cada 100 mil/hab), demonstrado na tabela 3 (FOZ DO IGUAÇU, 2017a). Diante deste cenário pode-se inferir que Foz do Iguaçu se caracteriza como município de alto risco para epidemias de dengue.

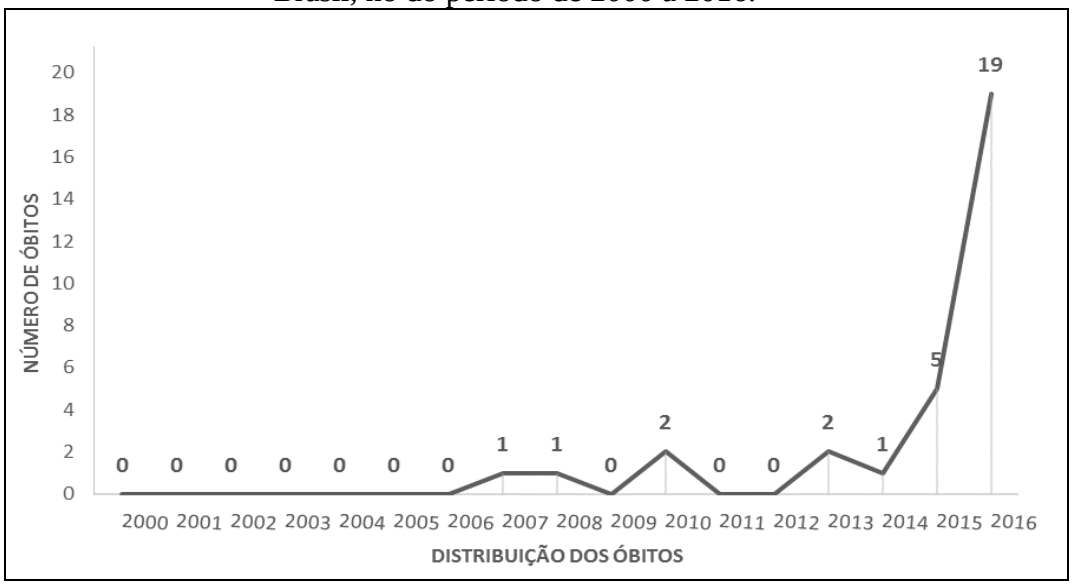
Tabela 3 – Série histórica do número de casos de dengue notificados, confirmados, óbitos e incidência por 100.000 habitantes no município de Foz do Iguaçu – de 2000 a 2016

ANO	CASOS DE DENGUE CONFIRMADO	ÓBITOS	COEFICIENTE DE INCIDÊNCIA X100MIL/HAB.
2000	1174	-	290,88
2001	148	-	43,71
2002	2210	-	808,38
2003	705	-	271,52
2004	08	-	2,71
2005	426	-	162,84
2006	223	-	82,00
2007	3102	1	1171,95
2008	69	1	24,37
2009	71	-	20,11
2010	8780	2	3403,13
2011	2844	-	1087,13
2012	131	-	50,37
2013	2951	2	1132,81
2014	61	-	19,32
2015	2668	4	1016,84
2016	8673	19	3262,55

Fonte: Elaborado pelo autor com dados do SINAN (2017).

Em relação aos óbitos ocorridos por dengue no município, no período de 2000 a 2006 não houve registro de óbitos por esse agravo. De 2007 a 2016 ocorreu um aumento gradativo dos óbitos, apresentando expressivo aumento em 2016, com 19 óbitos por este agravo. Destes, 14 (73,68%) óbitos foram de residentes em Foz do Iguaçu e cinco (26,31%) oriundos dos países vizinhos e cidades adjacentes. Doze (63,15%) óbitos foram do sexo feminino e sete (36,15) do masculino (FOZ DO IGUAÇU, 2017a), (Figura 5).

Figura 5 - Série histórica dos óbitos por dengue no município de Foz do Iguaçu, Paraná, Brasil, no do período de 2000 a 2016.



Fonte: Elaborado pelo autor com dados do SINAN (2017).

Ocorreu um aumento significativo de óbitos por dengue no ano de 2016, o qual representou uma elevação de 280% em relação ao ano de 2015. Na mesma perspectiva, o estado do Paraná também apresentou aumento significativo dos óbitos por dengue em 2016, comparado a 2015, em que foram notificados 63 e 24 óbitos, respectivamente, representando um aumento percentual de 163% (PARANÁ, 2017b).

Cabe ressaltar que o aumento no número de pacientes com infecção grave por dengue e óbitos não é característica exclusiva do município em estudo. Na última década, a morbimortalidade por dengue aumentou acentuadamente em muitas áreas tropicais e subtropicais, incluindo o Sudeste da Ásia, África e Américas (POUNGPAIR, 2014).

O risco de morte por dengue no Brasil aumentou significativamente entre 2000 e 2011, e essa tendência esteve presente em todas as regiões e em todas as faixas etárias analisadas. Em 2011, a mortalidade por dengue aumentou 39 vezes em comparação com a de 2000 e a taxa de mortalidade duplicou. Esses achados confirmam que a gravidade das epidemias de dengue está aumentando no Brasil, como verificado pelo aumento de taxas de hospitalização (PAIXÃO *et al.,* 2015).

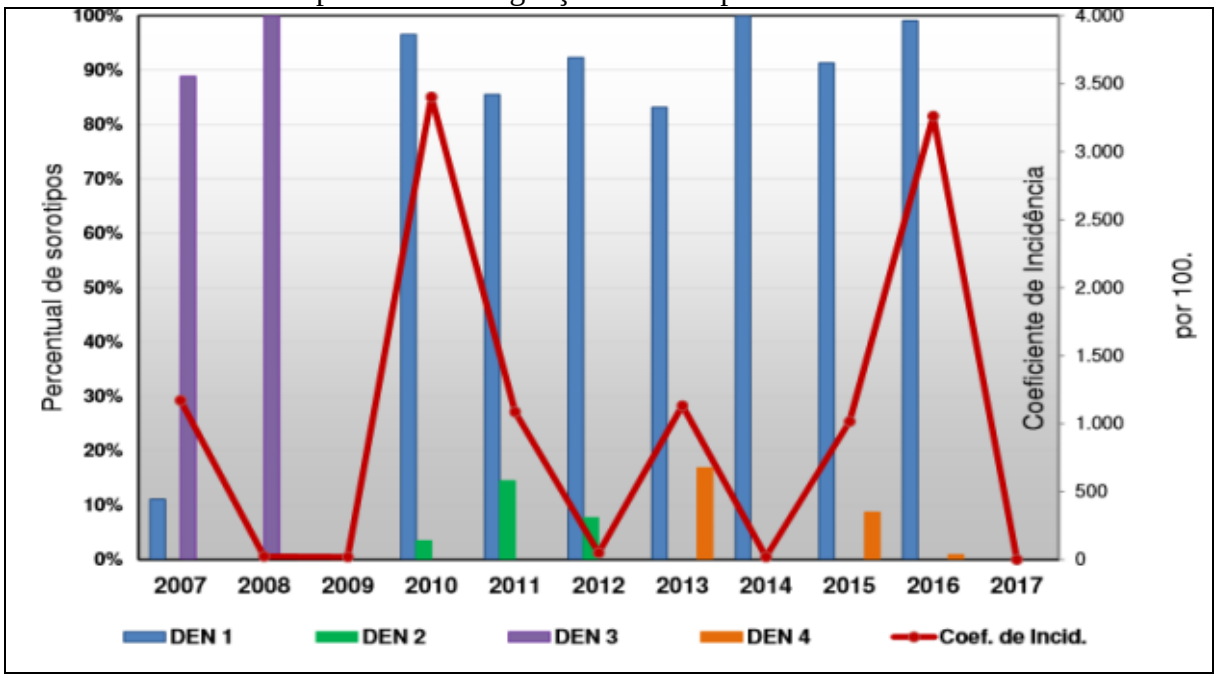
Em outros países o aumento de óbitos por dengue tem sido caracterizado pelo despreparo dos médicos para a suspeita diagnóstica e pela conduta terapêutica ineficaz, indicando a necessidade da implantação de protocolos que facilitem o trabalho das equipes de saúde. Porém, no Brasil, o aumento do número de óbitos não está associado à falta de protocolos, considerando que desde o início da década de o ano 2000 o MS, lançou vários

protocolos direcionados ao controle da doença e a classificação de risco e manejo clinico do paciente, sendo que em 2016 foi lançado a 5ª edição deste protocolo, o quais são distribuídos em grande escala aos Estados e Municípios endêmicos, bem como encontram -se disponíveis na internet e ocorrem treinamentos frequentes para os profissionais de saúde. No entanto ainda prevalece a baixa adesão da equipe de saúde em relação ao protocolo, ocasionando a baixa qualidade de assistência inicial ao paciente com suspeita de dengue (VITA, 2009).

Ainda em relação ao histórico da doença no município, a Figura 6, demonstra incidência da doença por 100 mil/habitantes, e a circulação viral no período de 2000 a 2017. Verifica-se que ao longo desses anos analisados ocorreu a circulação dos 4 sorotipos, com ao predomínio do DENV 1, nos últimos 7 anos. Outra situação que chama a atenção é a introdução do DENV4 no ano de 2010, porém com baixa prevalência em relação ao DENV 1.

As maiores epidemias foram registradas em 2010 e 2016 provocadas principalmente pelo DENV-1. O município também apresentou, ao longo dos anos, a circulação viral dos sorotipos DENV-2, DENV-3, demonstrando que uma parcela significativa da população está sensibilizada para a dengue provocada por esses tipos de vírus (FOZ DO IGUAÇU, 2017a).

Figura 6 – Série histórica da incidência de dengue por 100.000 habitantes e circulação viral no município de Foz do Iguaçu – PR. No período de 2007 a 2017.



Fonte: Elaborado pelo autor com dados do SINAN (2017).

Até o ano de 2010 o isolamento viral era realizado mediante a coleta de amostras de sangue de indivíduos suspeitos de dengue, as amostras eram coletadas de 10% dos casos notificados até o quinto dia do início dos sintomas, as quais eram encaminhadas ao

laboratorial do Laboratório Central do Estado (LACEN), Curitiba e após encaminhadas a Fiocruz. Atualmente o município de Foz do Iguaçu conta com LACEN de Fronteira, localizado na 9ª Regional de Saúde, que entre outros exames, realiza para todo caso suspeito de dengue, o teste rápido, desta forma, todos os testes rápidos positivos para dengue são encaminhados para o LACEN Curitiba para realização do exame de biologia molecular, pela técnica de Transcriptase Reversa Proteína C Reativa (RT-PCR) em Kit multiplex onde são testados a presença dos 4 sorotipos virais dengue, Zika vírus e *Chikungunya*. Com isso na atualidade obtivemos um grande avanço na a vigilância da circulação viral (FOZ DO IGUAÇU, 2017a).

O estado do Paraná, em termos de gestão da saúde está dividido em 22 regionais de saúde. O município de Foz do Iguaçu juntamente com mais oito municípios pertence a 9ª Regional de Saúde, cuja sede localiza-se no próprio município, sendo este o maior município da regional em termos populacionais e referência para os demais municípios em relação a alguns serviços da alta complexidade, como exemplo, as unidades de terapia intensiva e algumas especialidades.

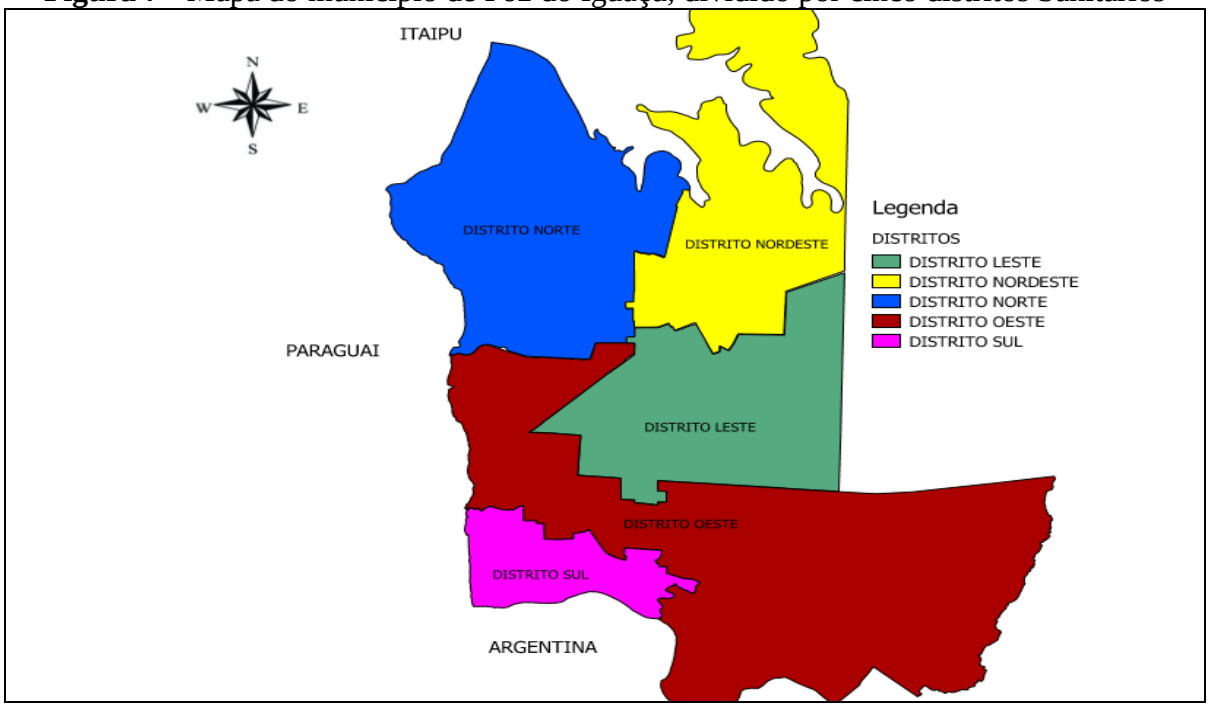
Em relação a estrutura de saúde o município conta com quatro hospitais, sendo um hospital público e Três privados, duas Unidades de Pronta Antendimentos (UPAS) nível III, vinte e nove unidades de saúde e uma cobertura de 49% de saúde da família, um laboratório municipal. Em 1998, com a implementação da Lei 8080/90, que define as normas operacionais do Sistema Único de Saúde - SUS foi criado no município o Departamento de Vigilância em Saúde, o qual contempla três setores:

Centro de Controle de Zoonoses (CCZ); Serviço de Vigilância Epidemiológica e Serviço de Vigilância Sanitária (FOZ DO IGUAÇU, 2017a).

Nesse período ocorreu o processo de descentralização.

Nessa reestruturação aconteceu a distritalização do município, em que o município foi dividido em cinco distritos sanitários, sendo: Norte, Sul, Leste, Oeste e Nordeste permitindo traçar um perfil populacional com suas características socioeconômicas, culturais e epidemiológicas, contribuindo para o planejamento de ações locais de saúde, (Figura 7). (FOZ DO IGUAÇU, 2017a).

Figura 7 - Mapa do município de Foz do Iguaçu, dividido por cinco distritos Sanitários



Fonte: Extraído de Foz do Iguaçu (2017b).

3.6 CARACTERIZAÇÃO DO SERVIÇO DE VIGILÂNCIA EPIDEMIOLÓGICA

Este serviço contempla os seguintes setores:

a) Vigilância das Doenças Não Transmissíveis (Dants), que compreende a vigilância da saúde do trabalhador, vigilância das violências domésticas, investigação de óbitos e controle de infecção dos serviços de saúde;

b) Vigilância das Doenças Transmissíveis, engloba todo o processo de vigilância das doenças de notificação compulsória que constam na Portaria n.° 204, de 17 de fevereiro de 2016, a qual define a Lista Nacional de Notificação Compulsória de doenças, agravos e eventos de saúde pública nos serviços de saúde públicos e privados em todo o território nacional, sendo este o setor responsável pelas ações de vigilância da dengue e das demais arboviroses;

c) Programa Municipal de Imunização (PNI), as ações deste programa contemplam desde o armazenamento, controle de estoque, cobertura vacinal, supervisão e distribuição dos imunobiológicos até os locais de aplicação, bem como o controle da rede de frio;

d) Centro de Informações Estratégicas e Resposta em Vigilância em Saúde (CIEVS) é o centro de apoio para o Ponto Focal e o Regulamento Sanitário Internacional e

> realiza a captação de notificações, monitoramento, mineração de dados e análise epidemiológica de surtos e epidemias municipal, estadual, nacional e internacional. O CIEVS compõe a Rede Nacional de Alerta e Resposta às Emergências em Saúde Pública, que conta com 57 centros ativos em todo o Brasil (FOZ DO IGUAÇU, 2017a).

A partir do ano de 2007, o serviço de Vigilância Epidemiológica passou a trabalhar com o Plano de contingência da dengue, conforme diretrizes do Ministério da Saúde. O Plano Municipal de Contingência da Dengue é um documento elaborado com o intuito de auxiliar o município na resposta às epidemias de dengue, cujas consequências podem provocar sérios danos às pessoas, ao meio ambiente e à economia do município.

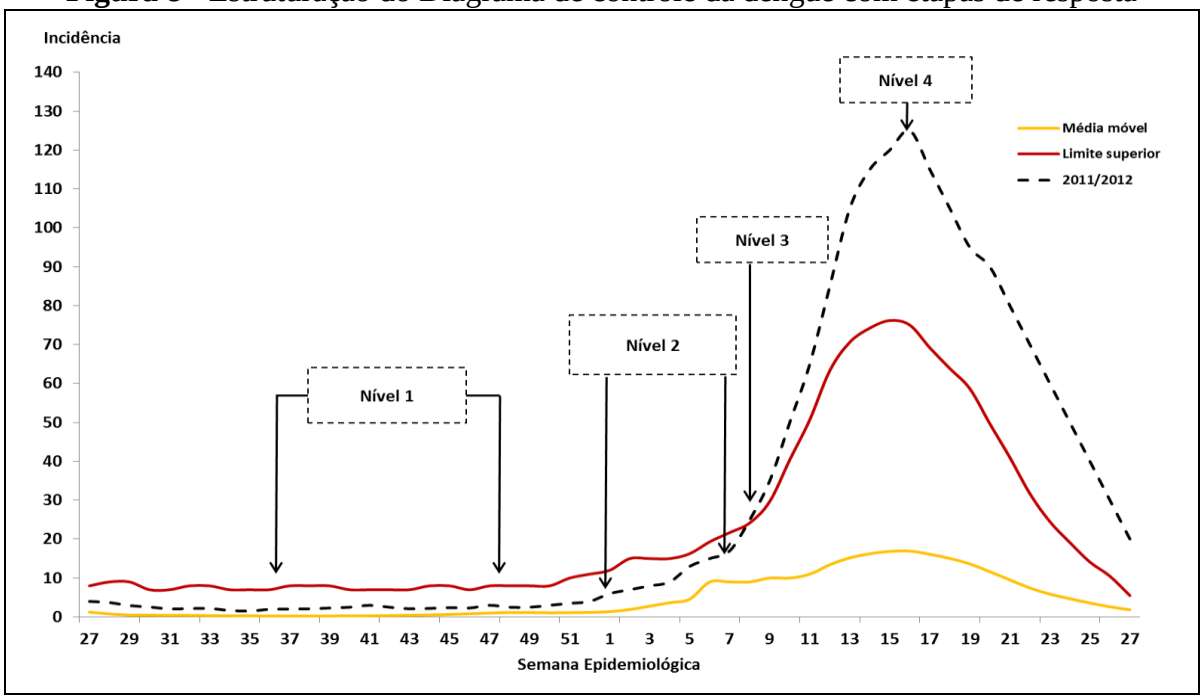
Neste documento são definidas as responsabilidades dos cinco eixos central do Programa Nacional de Controle da Dengue sendo eles: Vigilância Epidemiológica, Controle Vetorial, Atenção ao paciente, Comunicação e mobilização e Gestão.

O plano tem como objetivo: evitar a ocorrência de óbitos por dengue, prevenir e controlar processos epidêmicos específicos, organizar as ações de prevenção e controle da Dengue, classificar riscos nos serviços de saúde, promover assistência adequada ao paciente, monitorar casos graves, manter vigilância epidemiológica, padronizar os insumos estratégicos necessários, definir estratégias para redução da força de transmissão da doença, por meio do controle do vetor e de seus criadouros, apoiar a capacitação do profissional de saúde e dos gestores, sistematizar as atividades de mobilização e comunicação, organização da rede de atenção para orientar a tomada de decisão.

Desta forma o plano de contingência reforça a necessidade de preparação antecipada de toda sociedade e serviços para o enfrentamento de eventuais epidemias. Este documento, tem objetivo de sistematizar as ações e procedimentos sob responsabilidade do município. Na aplicação do Plano de Contingência da dengue são realizadas atividades específicas a serem implementadas em quatro níveis: Nível 1, Nível 2, Nível 3 e Nível 4.

A identificação de cada um desses níveis é norteada pelo diagrama de controle. Esse instrumento permite acompanhar e desenvolver ações antecipadas para enfrentar as possíveis epidemias de Dengue. Os níveis de reposta são acionados em momentos diferentes da curva conforme ilustrado na Figura 8 (FOZ DO IGUAÇU, 2017a).

Figura 8 - Estruturação do Diagrama de controle da dengue com etapas de resposta



Fonte: Extraído de Foz do Iguaçu (2017a).

Cabe à Vigilância Epidemiológica acompanhar a situação dos indicadores avaliando a necessidade de acionamento das etapas previstas no Plano de Contingência. Para tanto, informes técnicos, contendo a situação epidemiológica (número de casos notificados e confirmados por semana epidemiológica, casos graves, óbitos, regiões mais afetadas) e a análise dos diagramas de controle, subsidiarão a tomada de decisão.

Além dos informes técnicos a Vigilância elabora o protocolo de diagnóstico, classificação de risco, fluxo de encaminhamento e manejo clínico dos pacientes suspeito de dengue e realiza duas capacitações ordinárias anualmente direcionada a médicos e enfermeiros da rede pública e privada do município para reforçar a adoção desses protocolos.

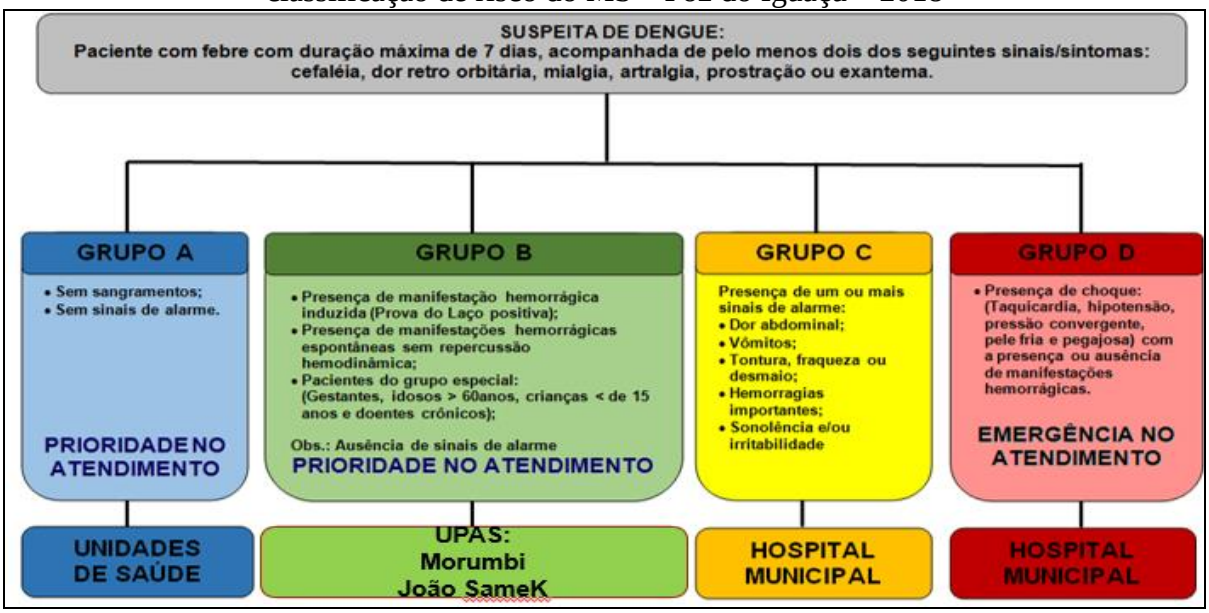
3.7 ASSISTÊNCIA AO PACIENTE COM DENGUE NO MUNICÍPIO EM ESTUDO

A porta de entrada do paciente com suspeita de dengue são as unidades de saúde. A partir do momento que o paciente procura atendimento no serviço público do município ele entra pelo acolhimento, passa por consulta médica e é notificado diretamente no SINAN online, é realizada a prova do laço (exame clinico que avalia o risco de hemorragia e contribui para classificação de risco), recebe o cartão da dengue (onde são registrados os sinais vitais, sintomas clínicos e consta os sinais de alarme). No acolhimento o paciente também é

orientado sobre os sinais de alarme, sintomas que indicam que a doença está evoluindo para as formas graves. No surgimento dos sinais de alarme, no período noturno, finais de semana e feriado o paciente em posse do cartão da dengue é orientado a procurar diretamente o atendimento no hospital de referência (Hospital Municipal Padre Germano Lauck). Na unidade também é coletado o exame para diagnóstico, após a amostra coletada é encaminhado ao laboratório do município onde é cadastrado no Sistema Gerenciador de Ambiente laboratorial – GAL do LACEN e após é encaminhado ao LACEN responsável em fazer a análise dos exames.

Após realizado a análise o LACEN lança o resultado no GAL e todas as instituições notificadoras (Unidade Básica de Saúde (UBS), UPAs, Hospitais públicos e privados) tem acesso a este resultado no GAL, bem como notificam diretamente no SINAN online, podendo acompanhar o resultado dos exames dos seus pacientes e encerrar os casos posteriormente. De acordo com a classificação de risco o paciente segue o seguinte fluxo: paciente do *grupo A:* é acompanhado pela própria UBS é orientado a retornar na UBS para reavaliação do médico no primeiro dia sem febre (período em que a doença pode evoluir para cura ou para forma grave). *Grupo B*: os pacientes deste grupo são encaminhados para as UPAS que contam com serviço do núcleo de epidemiologia que funciona 24 horas e apoio laboratorial. Os pacientes do grupo B necessitam realizar hemograma para estadiamento do seu quadro clínico. *Grupo C e D* necessitam de hospitalização e são encaminhados diretamente ao hospital (Figura 9). O transporte desses pacientes é realizado pelo SAMU (FOZ DO IGUAÇU, 2017a).

Figura 9 – Fluxo de atendimento dos pacientes suspeitos de dengue conforme protocolo de classificação de risco do MS – Foz do Iguaçu – 2018



Fonte: Elaborado pelo autor – Foz do Iguaçu (2017).

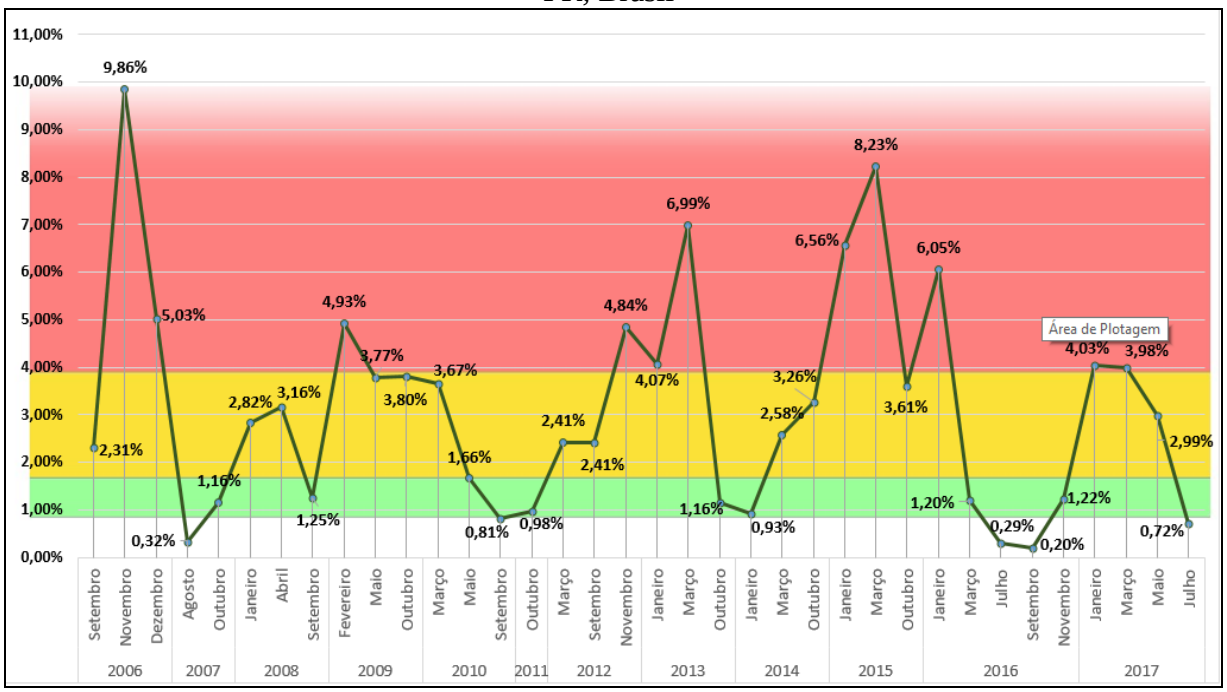
A partir do ano de 2007 quando ocorreu o primeiro óbito por dengue no município a Vigilância Epidemiológica implantou também o monitoramento dos casos graves hospitalizados que é realizado por meio de uma planilha online, todos os hospitais têm aceso a essa planilha e registra todo paciente que interna com este agravo e atualiza diariamente a situação do paciente permitindo uma vigilância ativa dos pacientes graves e oportunizando uma investigação rápida caso o paciente evolua para óbito.

3.8 CARACTERIZAÇÃO DA VIGILÂNCIA AMBIENTAL E AÇÕES DE CONTROLE DO VETOR NO MUNICÍPIO DE FOZ DO IGUAÇU

As ações de controle do vetor são desenvolvidas pelo CCZ. As atividades de monitoramento do LIRAa têm sido empregadas desde 2006, sendo a metodologia recomendada pelo Ministério da Saúde em seu Componente 1 - Vigilância Epidemiológica, sub item 1.4 - Vigilância Entomológica, tendo como objetivo principal o monitoramento dos índices de infestação do vetor, fornecendo, de forma rápida, um diagnóstico da situação da presença do vetor nas diversas áreas ou localidades do município. Por meio dessa metodologia, também é verificada a infestação de *Aedes albopictus*, possíveis vetores envolvidos na transmissão da *chikungunya* e dengue e demais arboviroses transmitidas por esse vetor.

O Índice de Infestação Predial (IIP), aceito pelo Ministério da Saúde, para que a cidade esteja fora de risco de epidemia, deve ser inferior a 1%. Porém, o município em estudo tem demonstrado este indicador acima do aceitável ao longo dos últimos anos. O índice de infestação geral da cidade por *Aedes aegypti* desde o ano e 2006 até o ano de 2017 variou entre 9,86% a 0,20%, das 36 leituras realizadas ao longo destes anos, somente cinco delas estavam dentro do preconizado (<1%), conforme mostra a Figura 10 (FOZ DO IGUAÇU, 2017b).

Figura 10 - Série histórica do Índice de Infestação Predial de 2006 a 2017, Foz do Iguaçu - PR, Brasil

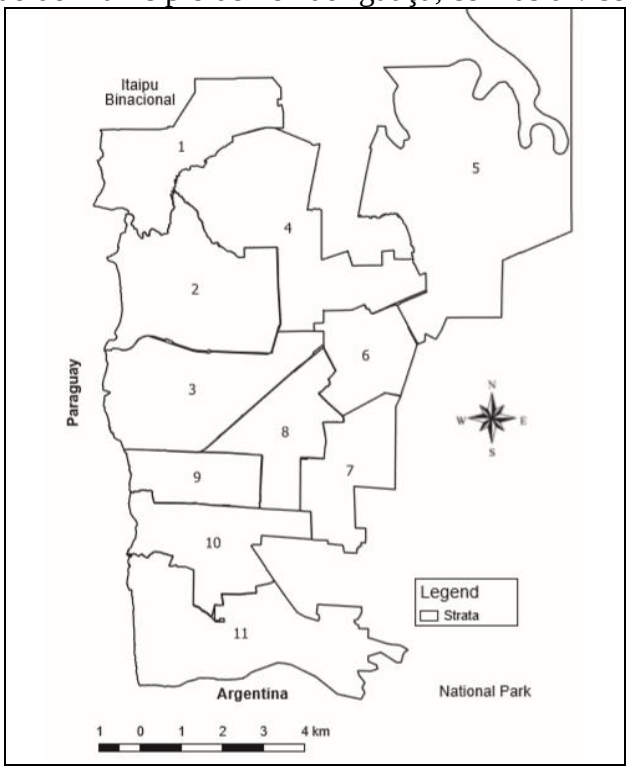


Fonte: Extraído de Foz do Iguaçu (2017b).

A criação e estruturação do CCZ, ocorreram concomitantes com a Vigilância Epidemiológica. O CCZ tem como atribuição fundamental prevenir e controlar as zoonoses como: raiva, leishmaniose, dengue, doença de Chagas, malária, controle de populações de animais domésticos (cães, gatos e animais de grande porte) e controle de populações de animais sinantrópicos, desenvolvendo sistema de vigilância ambiental (FOZ DO IGUAÇU, 2017b).

Para realização das ações de controle dos vetores a cidade segue um padrão de divisão de unidade de área, partindo da menor para maior área geográfica, a qual segue a seguinte ordem: Lotes (onde contém um ou mais imóveis); Quarteirões (cada quarteirão é formado por aproximadamente 25 imóveis); Microáreas (os quarteirões formam as microáreas que corresponde à divisão de trabalho de um Agente Comunitário de Saúde - ACS); Áreas (o agrupamento das microáreas forma uma área que corresponde à divisão de atuação de uma equipe de saúde da família); Territórios (as áreas compõem os territórios que corresponde à abrangência de uma Unidade Básica de Saúde - UBS); Estratos (são divisões utilizadas para o processo de levantamento do LIRAa, cada estrato contém entre 8500 até 12000 imóveis), conforme diretrizes do MS. Foz do Iguaçu enquadra-se nos municípios de grande porte, por isso a divisão geográfica do município foi estruturada em 11 estratos. (Figura 11) e (Tabela 4).

Figura 11 - Divisão do município de Foz do Iguaçu, com as divisões dos 11 estratos



Fonte: Extraído de Foz do Iguaçu (2017b).

Tabela 4 - Número de quarteirões, imóveis e habitantes nos 11 estratos do município de Foz do Iguaçu – PR, 2018.

	Estratos											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Total
Número de quarteirões	317	343	292	397	322	273	297	266	297	205	221	3230
Número de imóveis	8530	8386	9129	9312	9397	8166	8714	8307	8438	8551	8100	95030
Número de Habitantes*	25.937	21.259	23.611	27.310	29.358	43.173	24.356	20.538	19.183	25.880	20.348	280.953

Fonte: Extraído de Foz do Iguaçu (2017b).

3.9 APRESENTAÇÕES DA DENGUE: DENGUE, DENGUE COM SINAIS DE ALARME, DENGUE GRAVE E ÓBITO

A dengue possui como sintomas: febre, que pode vir acompanhada de cefaleia, dor retro ocular, mialgia, artralgia, náuseas, vômitos, exantema, seguido evolutivamente por pruridos. A doença pode evoluir para forma grave, geralmente após 3 ou 4 dias do início dos primeiros sintomas que pode cursar com derrames intracavitários e micro hemorragias em órgãos internos como o miocárdio, sistema nervoso central (SNC), fígado, baço e vários outros. Em crianças menores de 10 anos, há também linfadenomegalia, hepatomegalia e

esplenomegalia. Já em recém-natos destacam-se irritabilidade, febre e exantemas (TIMERMAN *et al*., 2009).

O diagnóstico da dengue é realizado baseado na história clínica e epidemiológica e exames de sangue específicos como teste rápido NS1, sorologia IgM e isolamento do vírus em cultura específicos (SINGHI *et al*., 2007).

O exame mais utilizado é o MAC-ELISA que detecta anticorpos IgM específicos contra a dengue e requer apenas uma amostra de soro como vantagem. O teste rápido para detecção do antígeno viral NS1, proteína não estrutural importante para a replicação viral, é positivo no período inicial da infecção. Tem como objetivo principal estabelecer o diagnóstico o mais rapidamente possível em pacientes com sinais de gravidade, para que as medidas de cuidado sejam prontamente instituídas. Deve ser realizado preferencialmente nos primeiros três dias do início dos sintomas. A presença do antígeno NS1 é indicativo de doença aguda e ativa, porém um resultado negativo, diante de um quadro suspeito de dengue, não exclui o diagnóstico (BRASIL, 2016).

Também é possível realizar o isolamento do vírus, trazendo diagnóstico confirmado de infecção e identificação do sorotipo envolvido, porém, deve ser feito até o terceiro dia da doença, pois a partir do quarto dia os anticorpos começam a aparecer e o isolamento torna-se mais difícil.

O método Reação da transcriptase da Proteína C Reativa (RT-PCR) é o único que pode detectar o vírus dentro de um tempo significativo de um a dois dias, além de possuir a vantagem de o resultado não ter influência do manuseio de amostra e nem de seu armazenamento (DIAS *et al*., 2010).

Em 2006, o Grupo de Trabalho Científico em Dengue da OMS propôs um trabalho de pesquisa para otimizar o manejo clínico, com foco em desenvolvimento de métodos diagnósticos e de *guidelines* para triagem e cuidado dos pacientes com dengue. Dessa forma foi desenvolvido o estudo dengue *Control Study* (DENCO), que é um estudo multicêntrico, prospectivo em países da Ásia e América Latina, com o objetivo de estabelecer uma classificação de formas clínicas que corresponde à evolução da doença, identificando sinais e sintomas associados com a evolução para um quadro grave (ALEXANDER *et al*., 2011).

De acordo com o autor acima citado, os resultados do estudo DENCO deram origem a uma nova proposta de classificação, que utiliza a seguinte subdivisão: *dengue sem sinais de alarme, dengue com sinais de alarme e dengue grave*. Como sinais de alarme foram listados os seguintes sintomas: dor abdominal intensa e contínua, vômitos persistentes, acúmulo de

líquido no terceiro espaço (derrame pleural, ascite, edema), sangramento de mucosas, letargia ou agitação, hepatomegalia ou aumento do hematócrito com queda de plaquetas.

E dengue grave é definida pela presença de extravasamento plasmático, choque ou acúmulo de líquido com comprometimento respiratório, sangramento grave e lesão de órgãos alvo: aumento de transaminases hepáticas (aspartato aminotransferase e alanina aminotransferase > 1000U/L), alteração de nível de consciência ou disfunção cardíaca.

No Brasil, para registro da vigilância epidemiológica, o Ministério da Saúde adotou a nova nomenclatura de classificação da doença em: *dengue, dengue com sinais de alarme e dengue grave,* substituindo assim a antiga nomenclatura da doença em: dengue clássica, dengue com complicações, (FHD) e choque da dengue. Apesar de ainda muito utilizado o termo dengue hemorrágico, este não existe mais, foi substituído por dengue grave.

O Ministério da Saúde define todo o caso suspeito de dengue como síndrome febril aguda (até 7 dias), acompanhada de pelo menos dois dos sinais e sintomas inespecíficos (cefaleia, prostração, dor retro orbitária, exantema, mialgias, artralgias, petéquias e vômitos), somada a história epidemiológica compatível. As apresentações da doença são divididas em quatro grupos, com base na presença de sinais de alarme que indicam início do extravasamento plasmático, lesões orgânicas e tendências hemorrágicas (BRASIL, 2016).

Segundo Brasil (2013b), uma vez identificados os sinais de alarme, os pacientes devem ser diferenciados por categorias de risco criadas com o objetivo de identificar quais são os pacientes com mais chance de complicações que, portanto, devem ter prioridade de atendimento assim como determinar qual o nível de assistência deve ser prestado a cada paciente. No Brasil, há 4 subdivisões para a classificação clínica (Figura 12).

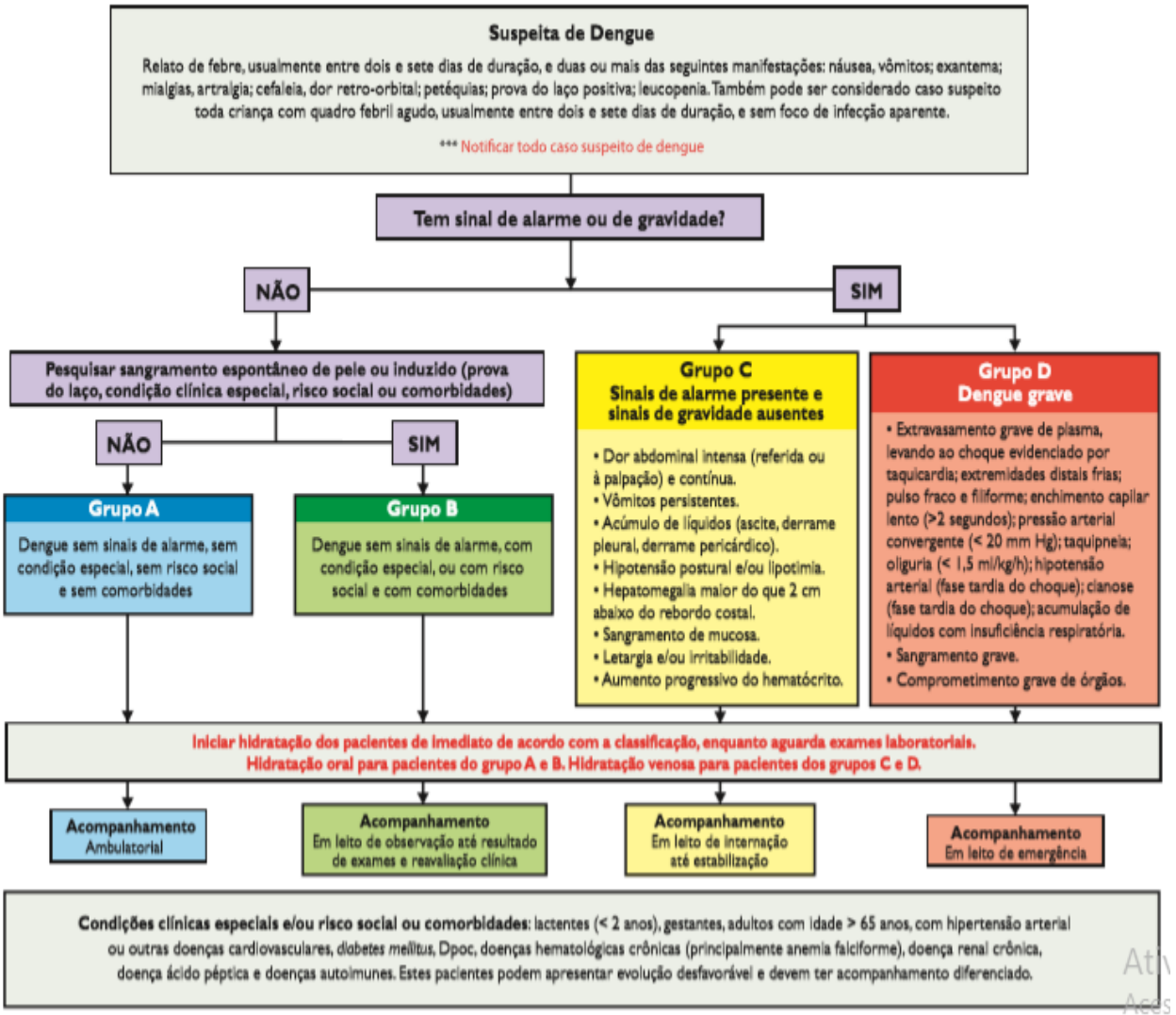
Grupo A: Prova do laço negativa, ausência de manifestações hemorrágicas espontâneas e ausência de sinais de alarme. Recomendação: Atendimento em Unidades de Atenção Primaria de Saúde.

Grupo B: Prova do laço positiva ou manifestações hemorrágicas espontâneas, sem repercussão hemodinâmica e ausência de sinais de alarme, porém com hematócrito aumentado, com ou sem plaquetopenia. Recomendação: atendimento em unidade com suporte de observação.

Grupo C e D: Presença de síndrome de extravasamento plasmático. As manifestações hemorrágicas, assim como disfunção orgânica, podem estar presentes ou não. A presença de algum sinal de alarme e/ou derrame cavitário caracteriza o grupo C, esses pacientes precisam de atendimento de urgência, devendo ser encaminhados para um hospital de referência com maior suporte técnico. A presença de choque com ou sem hipotensão caracteriza o grupo D,

cujos pacientes precisam de atendimento imediato para hidratação venosa vigorosa (fase de expansão) em qualquer unidade de saúde e precisam ser transferidos, em ambulância com suporte avançado, para um hospital de referência.

Figura 12 - Protocolo de classificação de risco para pacientes com suspeita de dengue



Fonte: Extraído de Brasil (2016).

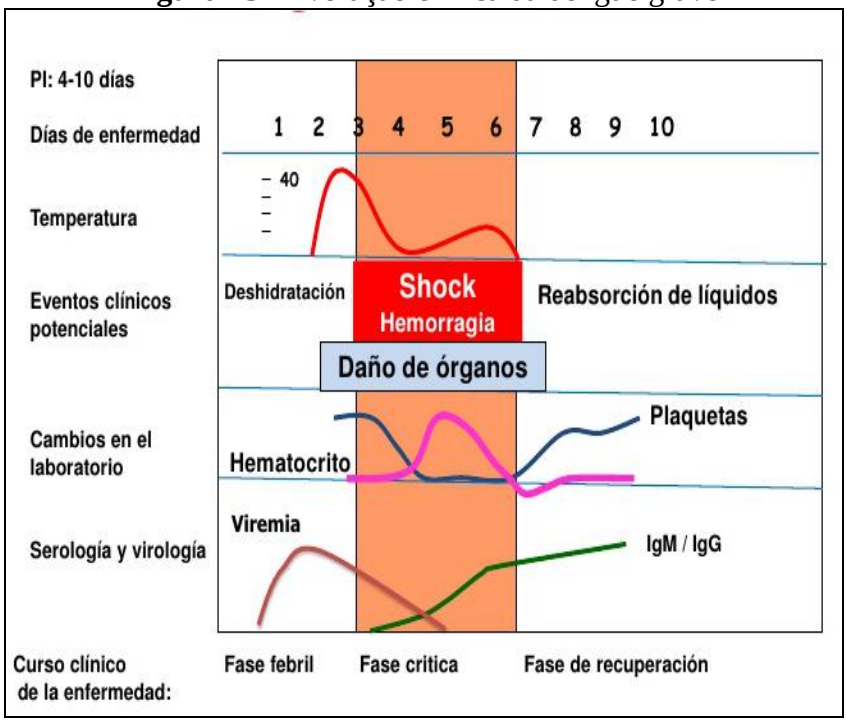
Os protocolos clínicos são estabelecidos com base em uma classificação de risco, tornando possível uma triagem adequada dos doentes mais graves para lhes ofertar intervenções terapêuticas adequadas e oportunas, condição necessária para evitar os óbitos (HALSTEAD, 2007).

Atualmente, acredita-se que as diferentes formas da doença não sejam entidades clínicas distintas, mas sim, fases diferentes da evolução contínua da doença que podem ou não se tornar graves (HALSTEAD, 2007).

A infecção pelo vírus dengue pode ser assintomática ou sintomática. Quando sintomática, causa uma doença sistêmica e dinâmica de amplo espectro clínico, variando desde formas oligossintomáticas até quadros graves, podendo evoluir para o óbito. Três fases clínicas podem ocorrer: febril, crítica e de recuperação (Figura 13), (BRASIL, 2016).

A evolução da doença apresenta-se de forma dinâmica que pode complicar de maneira repentina, exigindo acompanhamento médico diário do paciente até sua recuperação (TORRES, 2008).

Figura 13 - Evolução clínica da dengue grave



Fonte: Extraído de Brasil (2016).

A fase febril é limitada, pode durar de 2 a 5 dias e está associada à presença do vírus no sangue (período de viremia), e tem como sintomas: febre, que pode vir acompanhada de cefaleia, dor retro ocular, mialgia, artralgia, náuseas, vômitos, exantema, seguido evolutivamente por pruridos. Com a defervescência da febre, a maioria dos pacientes evolui para cura, porém outros evoluem para a fase crítica, que caracteriza a evolução da doença para forma grave (KALAYANAROOJ *et al*, 1997).

A fase crítica é sempre precedida com a presença de um ou mais sinais de alarme, que podem ser evidenciados pelos sintomas clínicos, exames laboratoriais e exames de imagem. Os principais achados laboratoriais na fase crítica da doença pode ser observado pela hemoconcentração, elevação de transaminases também pode ocorrer geralmente de forma

moderada (duas a cinco vezes acima do limite normal), mas ocasionalmente pode ser mais acentuado (cinco a quinze vezes o limite da normalidade), (KALAYANAROOJ *et al*., 1997).

O extravasamento de plasma pode ser detectado pela hemoconcentração ainda no início da evolução da doença, caracterizando a manifestação mais específica da forma grave, e é o que põe em risco a vida do paciente, pois pode levar ao choque circulatório quando ocorre de forma muito intensa, sendo de rápida instalação, podendo levar a óbito em 12-24 horas e após a fase crítica o paciente pode evoluir para óbito ou fase de recuperação se receber manejo clínico adequado, onde é monitorado até normalizar todas as suas funções vitais e os achados laboratoriais e de imagem. As diferentes apresentações estão relacionadas à resposta imunológica do hospedeiro, que pode ser deletéria ou protetora, com aumento da produção de citocinas, aumento da permeabilidade vascular, lise celular, apoptose linfocitário e destruição plaquetária (BRASIL, 2016).

3.10 RELEVÃNCIA DO USO DO GEOPROCESSAMENTO EM SAÚDE

Conforme Silva e Almeida (2008), o médico britânico Jhon Snow, marcou o início do geoprocessamento no mundo quando analisou a distribuição espacial da cólera e a correlacionou com o abastecimento de água em Londres, em 1854.

Porém, foi somente no século passado no final da década de 1980 e início dos anos de 1990 que ocorreu o grande avanço tecnológico o qual proporcionou mudanças nas pesquisas geográficas, principalmente as relacionadas a geotecnologia.

O geoprocessamento envolve diversas tecnologias de tratamento e manipulação de dados geográficos, por meio de programas computacionais. Dentre essas tecnologias destacam-se: o Sensoriamento Remoto, a automação de tarefas cartográficas, a utilização de Sistemas de Posicionamento Global (GPS) e o Sistema de Informações Geográficas (SIG).

No cenário da saúde o SIG ganhou lugar de destaque ao longo dos anos. A utilização do SIG é realizada por meio de um conjunto de equipamentos e programas computacionais que possibilita a integração de mapas e gráficos a uma base de dados. As informações coletadas são georreferenciadas em um espaço geográfico, representadas em uma projeção cartográfica que possibilita a análise e todos os tipos de informações e a interpretação dos dados coletados.

No início de sua utilização, o SIG investigava o risco individualizado de adoecer, principalmente para doenças crônicas. Entretanto, em poucos anos, esses sistemas passaram a ser utilizados também para descrever a importância do ambiente e outros fatores como

determinantes de saúde. O SIG possibilita a interação dos registros de banco de dados de saúde já existentes, correlacionando-o com proximidades de cidades, rios, bordas de floresta, e outras características ambientais (KHORMI, 2012).

Na saúde pública o SIG tem contribuído para à descrição e análise espacial das doenças a partir de grandes bases de dados georreferenciados sendo, também, muito útil para avaliar a relação entre doença e variáveis ambientais.

Assim sendo, a analise espacial em saúde corresponde à utilização de métodos estatísticos na busca por padrões de distribuição espacial e/ou temporal de morbidades ou mortalidades e fatores associados, descrição de processos de propagação de doenças, análise de situação de serviços de saúde. Esse tipo de estudo permite um importante resgate do papel da atmosfera socioambiental na produção e reprodução da doença e também, em última análise, mediante seus resultados, permite capacitar os serviços de saúde para o controle e a vigilância da doença (TEIXEIRA, 2011).

A análise espacial tem como principal função processar dados de diferentes formatos e obter informações georreferenciadas e modelos de explicação de dados sobre saúde/doença. As variáveis de riscos das patologias quantificadas conjuntamente no espaço e no tempo são elemento chave para o entendimento de fenômenos espaço-temporais, contribuindo para a compreensão epidemiológica de várias patologias que enfrentamos no nosso cotidiano (BARBOSA, 2014).

O SIG permite entender e descrever as variações espaciais com relação ao risco de um determinado evento de saúde coletiva, detalhando seu padrão geográfico ou sua distribuição espacial. Este sistema possibilita também o armazenamento de informações em um mapa que são usados em pesquisas exploratórias relacionando a localização geográfica com dados etiológicos para apropriação da causa da proliferação da doença em questão. O mapa permite conhecer mais detalhadamente as condições de saúde da população é observar a distribuição espacial de situações de risco e de problemas de saúde (CAVALCANTE, 2010).

Em relação ao processo de controle da dengue o SIG possui várias finalidades que permite a integração e o armazenamento dos dados convencionais existentes e sua descrição espacial, facilita a tomada de decisões da gestão e da equipe técnica e propicia avaliações sobre a eficiência do trabalho de campo na medida em que for sendo realizado, além de periodicamente permitir atualizações visuais do quadro epidemiológico local (GOLDSTEIN *et al*., 2013).

Os estudos espaciais referentes a dengue são de grande relevância para melhoria do serviço, tomada de decisões e levantamento de hipóteses sobre determinado fator de risco ou doença em questão.

Esses estudos podem ser realizados desde a menor unidade geográfica como: distritos sanitários, bairros até grandes áreas e vem se ampliando cada vez mais tanto a nível nacional como internacional como aponta os estudos a seguir: Estudo utilizando a técnica de análise espacial realizado em um município do Estado de São Paulo, correlacionou a incidência de dengue e variáveis climáticas como pluviosidade e temperatura e identificou o período em que tais fatores influenciavam na geração de novos casos, bem como constatou algumas características do município que contribuem para o aumento na incidência como a vulnerabilidade turística dos balneários e a urbanização não planejada. Sendo assim, concluíram que estudos dessa natureza são extremamente relevantes para elaboração de estratégias de controle e planejamento, pois o aumento da densidade populacional coincide com o verão, quente e chuvoso, aumentando exponencialmente o risco de transmissão da doença (RIBEIRO *et al*., 2006).

Teixeira (2009) elaborou um estudo utilizando a ferramenta de análise espacial e temporal da dengue no contexto sócio ambiental no município do Rio de Janeiro numa série histórica de dez anos e como resultado do estudo apontou a correlação espacial de dengue entre os bairros da cidade identificando alguns Clusters. Também observou uma associação direta entre a incidência da dengue e a pluviosidade.

Figueiredo (2009), realizou estudo com a mesma técnica citada acima utilizando geoprocessamento e conseguiu demonstrar que as condições climáticas, as incidências de chuva, setores populosos, enchentes e condições geográficas favoreceram a transmissão e evolução da dengue em Ribeirão Preto.

Outro estudo realizado em um município do Estado de São Paulo, analisou a distribuição do espaço temporal de dengue e sua correlação com a infestação larvária cujo resultado apontou que não foi possível evidenciar a relação espacial entre infestação larvária e ocorrência da dengue (BARBODA; LOURENÇO, 2010).

Pesquisa semelhante, estudou a trajetória do espaço temporal dos casos de epidemia de dengue ocorrido em um município de médio porte do estado da Bahia e como resultado observou que a incidência da dengue neste município foi 15 vezes maior que a do Brasil no ano estudado e o geoprocessamento identificou três epicentros de onde, por expansão, a dengue se difundiu no município neste ano do estudo (MORATO, 2012).

Na cidade de Campinas foi realizado um estudo que teve como objetivo analisar a distribuição espacial de incidência de dengue nas áreas de abrangência dos centros de saúde municipais para avaliar possíveis associações com as condições socioambientais, que evidenciou que o risco relativo de dengue aumenta significativamente conforme aumenta o nível de carência socioambiental, isto é, o mapeamento dos estratos de carência socioambiental e dos casos de dengue mostrou-se uma ferramenta útil na análise dos dados dos sistemas de vigilância de dengue (COSTA *et al*., 2013).

Na Costa Rica um estudo ecológico analisou os fatores associados à incidência de e fatores demográficos, socioeconômicos, de habitação e climáticos. Os resultados identificaram que a pobreza é o maior fator de risco para dengue, seguido pelos fatores climáticos (MENA *et al*., 2011).

Estudo semelhante realizado na China mostra que a área afetada pela dengue tem se expandido desde 2000 e a incidência tem aumentado de forma constante desde 2012, tanto para dengue importada e indígena. Identifica também que todos os quatro tipos de sorotipos do vírus da dengue foram detectados no período de 1999 -2014. Demandando novas estratégias de vigilância e de controle da doença (LAI *et al.*, 2015).

Segundo Yi *et al*. (2000), a visualização espacial considera a essência de manipular e consultar um banco de dados geográficos, explorando visualmente o objeto de análise.

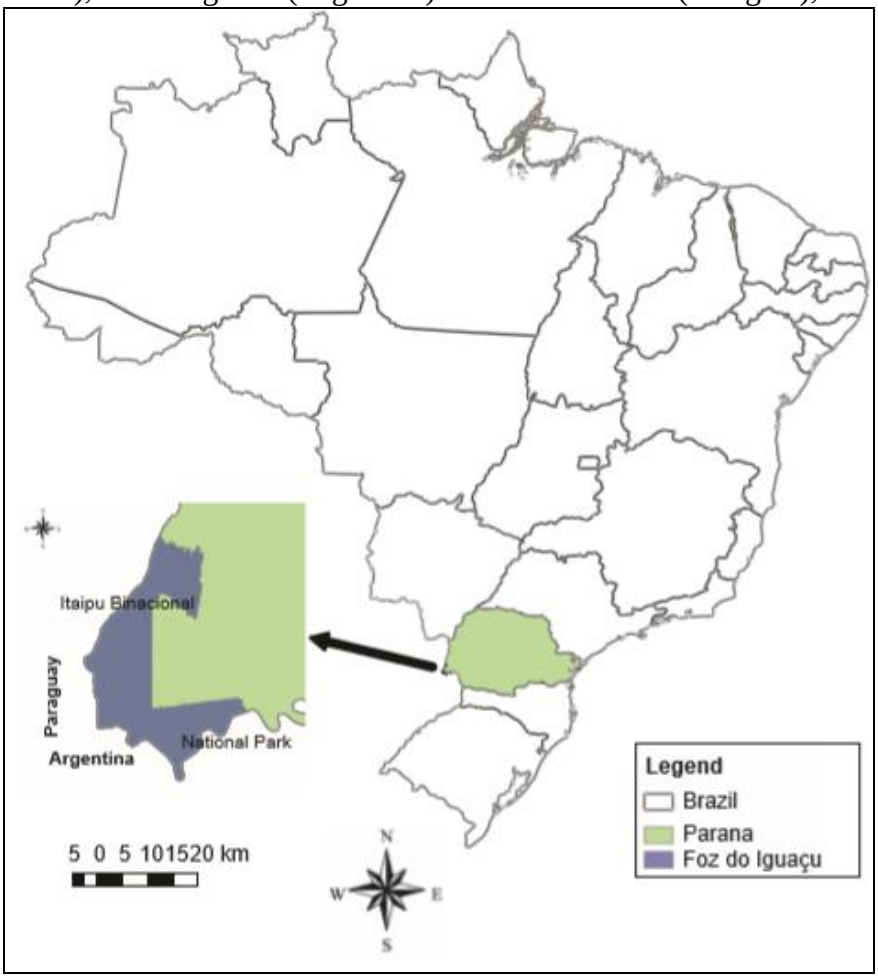
Essa técnica de análise vem ganhando espaço na gestão dos serviços de saúde, por apontar novos subsídios para o planejamento e a avaliação das ações baseadas na análise da distribuição espacial das doenças e dos riscos ambientais. A produção de mapas possibilita visualizar situações de risco à saúde, facilitando a correlação das informações de saúde com dados ambientais, socioeconômicos e com a posição que o evento ocupa no espaço geográfico, permitindo a detecção de áreas e populações expostas aos riscos à saúde (BARCELLOS; BASTOS, 1996).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 CENÁRIO DO ESTUDO

O estudo foi desenvolvido na cidade de Foz do Iguaçu, região de tríplice fronteira (Brasil, Paraguai e Argentina), (Figura 14). O município tem uma população urbana de 263.647 habitantes, de acordo com os dados de 2014 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Está situada no extremo oeste do estado do Paraná, a 640 km de Curitiba, capital do estado e a 731 km de Paranaguá, principal porto marítimo. A cidade Foz do Iguaçu faz limite ao norte com o município de Itaipulândia; ao sul com a Argentina; a leste com os municípios de Santa Terezinha de Itaipu, São Miguel do Iguaçu e Medianeira, e a oeste com o Paraguai. Integrando Foz do Iguaçu a *Ciudad Del Este* no Paraguai, temos a Ponte da Amizade e a *Puerto Iguazú*, na Argentina, temos a Ponte Tancredo Neves.

Figura 14 - Mapa de Foz do Iguaçu e sua localização na tríplice fronteira Foz do Iguaçu (Brasil), Puerto Iguazú (Argentina) e Ciudad del Este (Paraguai), 2017



Fonte: Extraído de Foz do Iguaçu (2017b).

A área urbana do município possui 191,46 km^2; área rural: 138,17 km^2; Parque Nacional do Iguaçu: 138,60 km^2; Lago Artificial de Itaipu: 140,10 km^2; o que equivale a uma área total de: 617,71 km^2. O clima geral é mesotérmico brando superúmido e sem uma estação seca definida. A média pluviométrica anual é de 1650 mm, com período de chuvas entre outubro e janeiro. Nesse período, são alcançadas as temperaturas mais elevadas, podendo atingir 40ºC em janeiro. Na estação seca, de maio a agosto, ocorrem as temperaturas mais baixas, variando entre 2ºC e 5ºC nos dias mais frios. A umidade relativa do ar é elevada e, mesmo no período mais seco, raramente observamos aferições abaixo de 80% (FOZ DO IGUAÇU, 2018).

O povoamento regular e efetivo feito por brasileiros e surge a partir de 1888, com a fundação da Colônia Militar. Em 1939 foi criado o Parque Nacional do Iguaçu na região das Cataratas e em 1974 iniciou-se a construção da barragem hidrelétrica de Itaipu (PMFI, 2015b), o que ocasionou uma alta migração de pessoas oriundas de todas as regiões do Brasil e, consequentemente, um crescimento rápido e desordenado da cidade, principalmente em relação às questões de moradia e saneamento básico (FOZ DO IGUAÇU, 2018).

O município tem a maior população entre as cidades fronteiriças do Brasil; a maior porta de entrada para o MERCOSUL, com o registro de uma população flutuante de mais de um milhão de pessoas entre turistas e caminhoneiros, e é considerada a cidade mais multicultural do Brasil, com a maior população cosmopolita do Brasil, sendo que 80 grupos étnicos estão presentes na população, das 192 nacionalidade do mundo. Os principais grupos étnicos de Foz do Iguaçu são italianos, alemães, hispânicos (argentinos e paraguaios), chineses, ucranianos, japoneses e os libaneses que possuem no município a segunda maior comunidade libanesa do Brasil. Em termos proporcionais, possui a maior comunidade islâmica do Brasil (FOZ O IGUAÇU, 2018).

A cidade caracteriza-se como o terceiro maior parque hoteleiro do Brasil, reconhecido como destino turístico internacional por abrigar diversos pontos turísticos como as Cataratas do Iguaçu, considerada uma das sete maravilhas da natureza. A mais famosa delas é o conjunto de quedas denominadas Cataratas do Iguaçu, no Parque Nacional do Iguaçu (Patrimônio Mundial Natural da Humanidade tombado pela UNESCO); a Hidrelétrica Binacional de Itaipu (maior hidrelétrica do mundo em produção anual de energia); o Marco das Três Fronteiras, a foz do Rio Iguaçu no Rio Paraná (área onde as fronteiras da Argentina, Brasil e Paraguai se encontram); a Ponte Internacional da Amizade (divisa entre Brasil e Paraguai); Ponte da Fraternidade (divisa entre Brasil e Argentina); o Parque das Aves (com aproximadamente 900 aves de 150 espécies), entre outras. Também se destaca entre as cinco

cidades que mais recebem turismo de eventos nacionais e internacionais, com mais de 24 voos diários/regulares e um fluxo rodoviário com mais de 30 mil caminhões mensalmente no porto seco. A população é maciçamente urbana, distribuída em mais de 200 bairros, representando 98,81% da população, enquanto 1,19% da população reside na área rural e as principais fontes de renda são o turismo e a geração de energia elétrica (FOZ DO IGUAÇU, 2018).

4.2 TIPO DE ESTUDO

Trata-se de um estudo descritivo, analítico que foi realizado por meio de técnicas de análise espacial, temporal e testes estatísticos a partir de dados secundários de casos confirmados de dengue e dos índices de infestação do *Aedes aegipyti* (larvário e adulto) e média da temperatura média e máxima em graus Célsius (^{o}C) e pluviosidade em (mm), dias de chuva e umidade relativa do ar, no período de agosto de 2006 a julho de 2016. Para melhor avaliação da evolução da incidência de dengue no município foi utilizado para análise do estudo o ano epidemiológico da dengue que inicia em agosto de um ano e termina em julho do ano seguinte. Como a dengue tem um comportamento sazonal cuja incidência inicia na primavera com aumento gradativo nos meses de verão essa avaliação possibilita um melhor acompanhamento da curva de crescimento da doença. A utilização do termo “ano epidemiológico da dengue” é diretriz do MS e é usada pelas vigilâncias epidemiológicas de todo estado do Paraná para avaliar a situação epidemiológica deste agravo (BRASIL, 2013). Portanto os anos epidemiológicos da dengue avaliados neste estudo foram: 2006/2007, 2007/2008, 2008/2009, 2009/2010, 2010/2011, 2011/2012, 2012/2013, 2013/2014, 2014/2015, 2015/2016.

4.3 COLETA DE DADOS

Os dados foram coletados de fontes secundárias de vários sistemas de informações em saúde (Ministério da Saúde), disponibilizados pelo Serviço de Vigilância em Saúde da Secretaria Municipal de Saúde de Foz do Iguaçu e envolveu o comportamento de quatro classes de variáveis, sendo elas: *1) Epidemiológicas***:** que corresponde aos casos confirmados de dengue, por critério laboratorial e clinico epidemiológico de residentes no município que são avaliados a partir da data do início dos sintomas e foram registrados no Sistema de Informação de Agravo de Notificação (SINAN). A incidência da dengue foi calculada por meio da fórmula: nº de casos notificados/população total da localidade x 100 mil/habitantes a

qual foi distribuída por estratos do território e por ano epidemiológico**.** *2) Climatológicas:* que contempla precipitações pluviométricas totais em milímetros (mm), dias de chuvas, umidade relativa do ar (%), média da temperatura média e média da temperatura máxima em graus Celsius (ºC), do município de Foz do Iguaçu, fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Os fatores climáticos foram avaliados mensalmente de acordo com os anos epidemiológicos da dengue utilizados neste estudo. *3) Entomológicas*: referente ao Índice de Infestação Predial (IIP) e Índice de positividade do Mosquito adulto do *Aedes aegypti* (IPA).

O IIP foi obtido do Sistema de Informação de Febre Amarela e Dengue (SISFAD), alimentado a partir da produção dos agentes de endemia (ACE). A forma de cálculo para O IIP é expressa como percentual entre o número de imóveis positivos em relação ao número total de imóveis pesquisados: IIP = (imóveis positivos/ imóveis pesquisados) x 100. O imóvel é a unidade básica da amostragem, para elaborar os mapas temáticos do IIP optou-se por utilizar os índices do mês de janeiro. Porém por questões operacionais em alguns anos estudados a realização dos LIRAas não ocorreram de acordo com os meses preconizados pelo MS, o qual orienta que deve ser realizado três avaliações ao ano, sendo a primeira em janeiro, segundo em março e terceiro em outubro. Desta maneira nos anos em que não foi realizado o levantamento do IIP em janeiro, optou-se por utilizar o IIP anterior, desde que tenha ocorrido a partir do mês de outubro do ano epidemiológico em estudo.

Sendo assim, segue a relação dos meses de cada ano epidemiológico da dengue que foi utilizado para elaboração dos mapa do IIP: 2006/2007 (LIRAa dezembro), 2007/2008 (LIRAa janeiro), 2008/2009 (LIRAa outubro), 2009/2010 (LIRAa outubro), 2010/2011 (Não teve leitura do LIRAa no segundo semestre de 2010 e no primeiro de 2011), o que impossibilitou a análise do IIP neste ano. 2011/2012 (LIRAa dezembro), 2012/2013 (LIRAa janeiro), 2013/2014 (LIRAa janeiro), 2014/2015 (LIRAa janeiro) e 2015/2016 (LIRAa janeiro). O IPA é realizado por iniciativa própria do CCZ, pois não é preconizado pelo MS. Estes dados foram obtidos por meio de uma planilha do Excel, alimentado a partir da produção dos agentes de endemia (ACE). A forma de cálculo para o IPA = (imóveis positivos/ imóveis pesquisados) X 100, ou seja, é a mesma utilizada para o levantamento do índice do IIP.

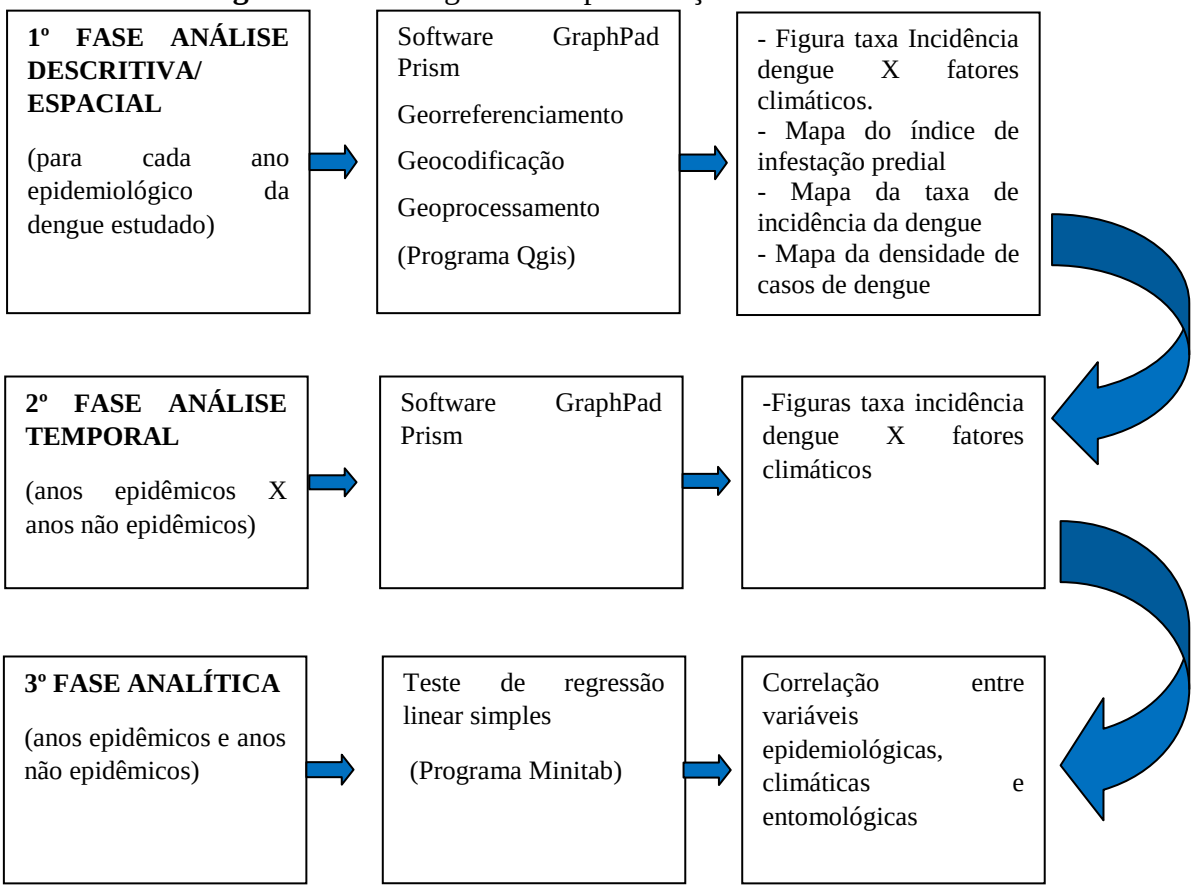
As leituras dos IPAs utilizados neste estudo foram: 2006/2007(agosto, setembro, novembro, janeiro e fevereiro), 2007/2008 (outubro, janeiro e abril), 2008/2009 (setembro, fevereiro e maio), 2009/2010 (outubro, março e maio), 2010/2011 (setembro), 2011/2012 (outubro), 2012/2013 (não foi realizado), 2013/2014 (não foi realizado), 2015/2016

(fevereiro*). 4) demográficas:* para base de cálculo da população foi utilizado os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) com base no censo demográfico dos anos de 2000 e 2010. A unidade de área do município utilizada para este estudo foi o estrato, são divisões utilizadas para o processo de levantamento do LIRAa, cada estrato contém entre 8500 até 12000 imóveis, conforme diretrizes do MS. Foz do Iguaçu enquadra-se nos municípios de grande porte, por isso a divisão geográfica do município foi estruturada em 11 estratos.

4.4 ANÁLISE DOS DADOS

Foram feitas as análises descritivas, por meio da distribuição espacial e temporal dos dados para sua caracterização, seguidas de testes de regressão linear simples para avaliar a correlação entre as variáveis climáticas e entomológicas, bem como aplicado teste estatístico de significância entre os pontos utilizando o programa Mann-whitne. Para elaboração dos gráficos utilizou-se Software GraphPad Prism (versão 2013) e para elaboração, georreferenciamento e formulação dos mapas foi utilizado o software Quantum GIS, de uso gratuito e licenciado pela GNU, coordenado por Gary Sherman, versão do QGIZ, 2.18.9. O teste de regressão linear simples foi realizado por meio de correlações de Spearman, utilizando o programa estatístico Minitab (versão 18.1). Os resultados foram apresentados em três fases, para melhor compreensão foi elaborado um fluxograma das etapas de análise, demonstrada na Figura 15.

Figura 15 – Fluxograma da apresentação dos dados e análise



Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

4.4.1 Apresentação dos dados espaciais

Foram apresentadas uma figura para cada ano epidemiológico da dengue, contendo quatro elementos, sendo eles: um gráfico apresentando a média mensal da incidência de dengue (X 100 mil/habitantes), temperatura (média da máxima em ^{0}C) e pluviosidade (mm) e três mapas temáticos, sendo eles: Mapa do Índice de Infestação Predial – IIP, Mapa de incidência da dengue (X 100 mil/habitantes) e Mapa de densidade de casos da dengue. Para organização da legenda do mapa de IIP, utilizaram-se quatro mensurações, e para melhor compreensão foi apresentada em cores obedecendo às cores e os valores de classificação de risco do MS, sendo que o quarto valor foi criado pelo pesquisador, identificado como muito alto e utilizado a cor vinho, uma vez que só existe três classificações pelo MS, Ficando a seguinte apresentação: (0,00% – 0,99%, muito baixo - verde), (1% a 3,99%, alerta - amarelo), (4% a 7,99%, risco - vermelho), (8% a 20%, alto risco - vinho). Para o mapa de Incidência, foi construído cinco mensurações, as quais foram identificadas na legenda seguindo as diretrizes do MS, para elaboração do plano de contingência da dengue, sendo: Não epidêmico (0-149, cor verde), Pré epidêmico (150-290, cor amarela), Epidêmico Nível I (300-599, cor

laranja), Epidemiológico Nível II (600-999, cor vermelha), Epidemiológico Nível III (igual ou >1000 - cor vinho).

O mapa de Densidade de casos a mensuração da legenda, foram identificadas como: Muito baixo (0-2.49), Baixo (2.5-4.99), Médio (5.0-7.49), Alto (7.5-14.99), Muito alto (igual ou >15.0). Também representados pelas mesmas cores do mapa da incidência por 100 mil/habitantes, as quais seguem um padrão gradativo de intensidade apresentada como verde, amarelo, laranja, vermelho e vinho, sendo caracterizada pela situação mais branda para mais forte, respectivamente.

4.4.2 Apresentação dos dados temporais

São considerados anos epidêmicos os anos que apresentaram uma incidência de dengue igual ou maior a 300 casos para cada 100 mil habitantes. Incidência de dengue menor que 300 casos para cada 100 mil habitantes são considerados anos não epidêmicos, sendo assim durante os dez anos analisados o município apresentou seis anos epidêmicos (2006/2007, 2009/2010, 2010/2011, 2012/2013, 2014/2015, 2015/2016) e quatro anos não epidêmicos (2007/2008, 2008/2009, 2011/2012, 2013/2014).

Foi elaborado uma figura, contendo cinco gráficos comparando anos epidêmicos X anos não epidêmicos, com variáveis climáticas e epidemiológicas (taxa de incidência da dengue, média da temperatura máxima, média da temperatura média, pluviosidade e umidade relativa do ar).

4.4.3 Apresentação dos dados analíticos

Para a avaliação analítica dos dados foram elaboradas tabelas com a correlação entre a variáveis incidência da dengue X Preditores (fatores climáticos e entomológicos) para os anos epidêmicos e não epidêmicos. A correlação entre esses fatores foi analisados em relação ao mesmo mês, um, dois e três meses antes da ocorrência da incidência da doença. Este intervalo de tempo foi considerado devido a fatores como o período de desenvolvimento embrionário, tempo de eclosão larval, tempo de desenvolvimento das larvas e pupas, períodos de incubação extrínseca e intrínseca do mosquito.

4.5 ASPECTOS ÉTICOS DA PESQUISA

O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (CEP-EERP/USP), sob protocolo CAAE: 68091717.2.0000.5393.

5 RESULTADOS

5.1 DADOS ESPACIAIS

Nos anos não epidêmicos a incidência máxima da doença variou de 6,6/100 mil/hab no ANE4 (Figura 23A) a 12,1/100 mil/hab. no ANE3 (Figura 21A). Nesse mesmo período a pluviosidade máxima variou de 6,2 mm no ANE1 (Figura 17A) e 12,2 mm no ANE4 (Figura 9A). Enquanto a temperatura máxima teve uma variação de 33,6 ^{o}C no ANE4 (Figura 23A) a 35,0 ^{o}C no ANE1 (Figura 17A), (TABELA 5).

Nos anos epidêmicos a incidência máxima da doença variou de 345,2/100 mil/hab no AE5 (Figura 24A) a 1344,1/100 mil/hab. no AE2 (Figura 19A). A pluviosidade máxima variou de 8,3 mm no AE1 (Figura 16A) e 15,2 mm no AE4 (Figura 22A). Enquanto no mesmo período a temperatura máxima teve uma variação de 32,0 ^{0}C no AE2 (Figura 19A) a 33,1^{0}C no AE6 (Figura 25A), (TABELA 5).

Tabela 5 – Situação da incidência de dengue por 100 mil/habitantes, pluviosidade e média da temperatura máxima, por anos não epidêmicos e epidêmicos, segundos estratos. Foz do Iguaçu, 2018

ANOS NÃO EPIDÊMICOS (ANE)									
ANO	**Incidência**			**Pluviosidade**			**Média temperatura Máx**		
	Mín.	**Média**	**Máx.**	**Mín.**	**Média**	**Máx.**	**Mín.**	**Média**	**Máx.**
2007/2008 (ANE1)	0	2,8	7,4	0,01	3,4	6,2	21,5	29,0	35,0
2008/2009 (ANE2)	0	2,4	9,4	1,1	4,6	11,0	20,0	29,1	34,4
2011/2012 (ANE3)	0,8	4,5	12,1	0,5	3,9	9,3	20,9	28,7	34,1
2013/2014 (ANE4)	0	2,6	6,6	1,2	5,9	12,2	22,6	28,7	33,6
ANOS EPIDÊMICOS (AE)									
ANO	**Incidência**			**Pluviosidade**			**Média temperatura Máx.**		
	Mín.	**Média**	**Máx.**	**Mín.**	**Média**	**Máx.**	**Mín.**	**Média**	**Máx.**
2006/2007 (AE1)	0	100,9	570,9	0,01	4,4	8,3	21,4	28,2	32,8
2009/2010 (AE2)	0	249,8	1344,1	3,8	5,8	8,6	21,8	27,3	32,0
2010/2011 (AE3)	0	92,5	669,7	0,1	4,1	10,2	22,3	27,7	32,2
2012/2013 (AE4)	0,4	95,6	563,5	0,2	5,9	15,2	22,3	27,6	32,5
2014/2015 (AE5)	0	75,2	345,2	0	4,2	8,4	22.04	26,5	32,9
2015/2016 (AE6)	1,2	295,8	1240,2	0	4,1	12,1	20,7	27,7	33,1

Fonte: elaborado pelo autor com base nos dados do SINAN e SIMEPAR – Foz do Iguaçu (2018).
Legenda: Ano não epidêmico (ANE), Ano não epidêmico 1 (ANE 1), Ano não epidêmico 2 (ANE 2), Ano não epidêmico 3 (ANE 3) e Ano não epidêmico 4 (ANE 4). Ano epidêmico (AE), Ano epidêmico 1 (AE1), Ano não epidêmico 2 (AE 2), Ano epidêmico 3 (AE 3), Ano epidêmico 4 (AE 4), Ano epidêmico 5 (AE 5), Ano epidêmico 6 (AE 6).

Em relação ao IIP nos anos não epidêmicos verifica-se que ocorreu maior número de estratos de baixo risco e alerta. O predomínio de estratos de baixo risco ocorreu no ANE3 (Figuras 21B). Enquanto a situação de alerta predominou nos ANE1 ANE2 (Figuras 17B e 18B). Nos anos epidêmicos verifica-se que a situação dos estratos ficou bem divergente dos anos não epidêmicos, onde prevalece a situação de risco em todos os anos analisados (Figuras 16B, 19B, 22B, 24B e 25B). No AE3 não foi realizado o IIP no segundo semestre de 2010 e no primeiro semestre de 2011. Outra característica diferente dos anos não epidêmicos é a ocorrência de estratos com alto risco que ocorreram no AE5 e AE6 (Figuras 24B e 25B), (Quadro 1).

Quadro 1 - Situação da classificação IIP por anos não epidêmicos e epidêmicos, segundo estratos, Foz do Iguaçu, 2018

	Anos não Epidêmicos (ANE)				**Anos Epidêmicos (AE)**					
Estratos	ANE1	ANE2	ANE3	ANE4	AE1	AE2	AE3*	AE4	AE5	AE6
1	A	A	BR	A	R	A		A	AR	R
2	A	A	BR	A	R	R		A	AR	A
3	A	A	BR	BR	R	R		R	A	R
4	A	BR	A	BR	R	R		R	R	R
5	A	A	BR	BR	R	A		R	R	R
6	A	A	BR	BR	R	BR		R	AR	AR
7	A	A	BR	A	A	R		R	R	R
8	A	A	A	A	A	A		A	AR	R
9	A	BR	A	BR	R	A		A	A	R
10	A	BR	A	BR	R	A		A	R	R
11	R	A	BR	BR	R	R		A	R	AR

Fonte: elaborado pelo autor com base nos dados do LIRAa – Foz do Iguaçu (2018).
Legenda: Baixo Risco (BR), Alerta (A), Risco (R) e Alto Risco (AR)
* Coluna em branco: não foi realizado levantamento do LIRAa no período contemplado neste estudo.

Em relação a incidência da dengue verifica-se que todos **os anos não epidêmicos** apresentaram situação de NE em todos os estratos (Figuras 17 C,18 C,21 C e 23 C). Quanto aos **anos epidêmicos**, observa-se predomínio de E3 nos AE1, AE2, AE4 e AE6 (Figuras 16C, 19C, 22C, 25C) e situação de E2 nos AE3 e AE5 (Figuras 20C e 24C), (Quadro 2).

Quadro 2 - Situação da incidência da dengue (X100 mil/habitantes) por anos não epidêmicos e epidêmicos, segundo estratos, Foz do Iguaçu, 2018

Estratos	Anos não Epidêmicos (ANE)				Anos Epidêmicos (AE)					
	ANE1	ANE2	ANE3	ANE4	AE1	AE2	AE3	AE4	AE5	AE6
1	NE	NE	NE	NE	E2	E3	E2	E3	E3	E3
2	NE	NE	NE	NE	E2	E3	E2	E3	E3	E3
3	NE	NE	NE	NE	E3	E3	E3	E3	E3	E3
4	NE	NE	NE	NE	E3	E3	E3	E3	E2	E3
5	NE	NE	NE	NE	E3	E3	E2	E3	E2	E3
6	NE	NE	NE	NE	E3	E3	E2	E2	E2	E3
7	NE	NE	NE	NE	E3	E3	E3	E3	E2	E3
8	NE	NE	NE	NE	E2	E3	E3	E3	E2	E3
9	NE	NE	NE	NE	E3	E3	E2	E2	E1	E3
10	NE	NE	NE	NE	E2	E3	E2	E3	E1	E3
11	NE	NE	NE	NE	E1	E3	E1	E2	E2	E3

Fonte: elaborado pelo autor com base nos dados do SINAN e IBGE – Foz do Iguaçu, 2018.
Legenda: Não Epidêmico (NE), Pré-Epidêmico (PE), Epidêmico nível I (E1), Epidêmico nível II (E2) e Epidêmico nível III (E3)

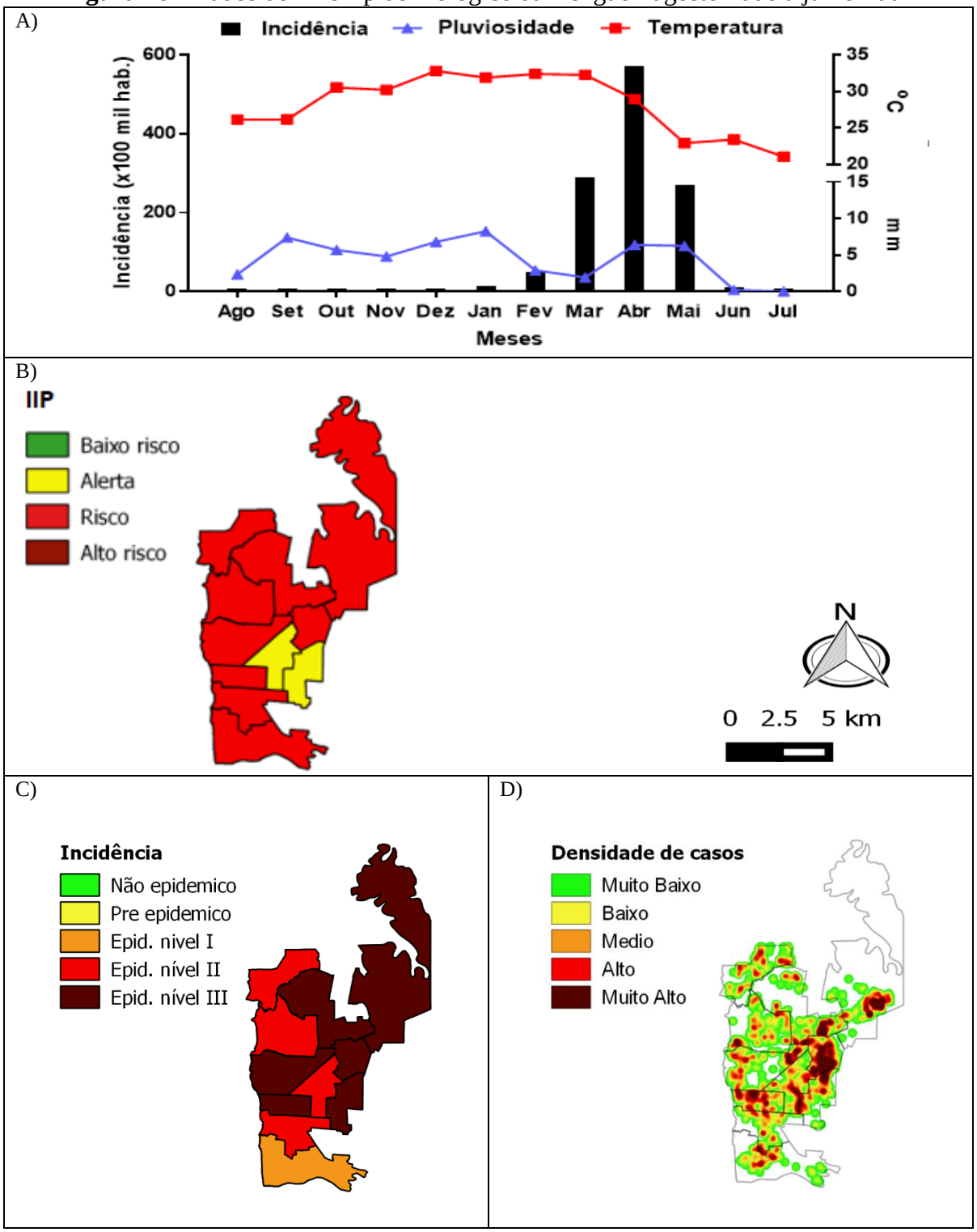
Em relação a densidade de casos, observa-se que em todos os anos não epidêmicos todos os estratos apresentaram situação de muito baixo risco (Figuras 17D, 18D, 21D e 23D). Quanto aos anos epidêmicos pode-se observar o predomínio de situação de densidade de casos muito alto nos AE1, AE2 e AE6 (Figuras 16D, 19D e 25D). Apesar de ter predomínio de baixa densidade de casos nos AE3, AE4 e AE5 todos os estratos desses anos apresentaram áreas de muito alto risco em menores proporções (Figuras 20C, 22D, 24D), (Quadro3)

Quadro 3 - Situação da densidade de casos de dengue por anos não epidêmicos e epidêmicos, segundo estratos, Foz do Iguaçu, 2018

Estratos	Anos não Epidêmicos (ANE)				Anos Epidêmicos (AE)					
	ANE1	ANE2	ANE3	ANE4	AE1	AE2	AE3	AE4	AE5	AE6
1	MB	MB	MB	MB	B	MA	B	B	B	MA
2	MB	MB	MB	MB	B	MA	B	B	B	MA
3	MB	MB	MB	MB	MA	B	B	B	B	MA
4	MB	MB	MB	MB	MA	B	B	B	B	MA
5	MB	MB	MB	MB	MA	MA	B	B	MB	MA
6	MB	MB	MB	MB	MA	MA	B	B	M	MA
7	MB	MB	MB	MB	MA	MA	B	B	M	MA
8	MB	MB	MB	MB	MA	MA	B	B	M	MA
9	MB	MB	MB	MB	MA	MA	B	B	M	MA
10	MB	MB	MB	MB	B	MA	B	B	B	MA
11	MB	MB	MB	MB	B	MA	B	B	B	MA

Fonte: elaborado pelo autor com base nos dados do SINAN – Foz do Iguaçu (2018)
Legenda: Muito Baixo (MB), Baixo (B), Médio (M), Alto (A) e Muito Alto (MA).

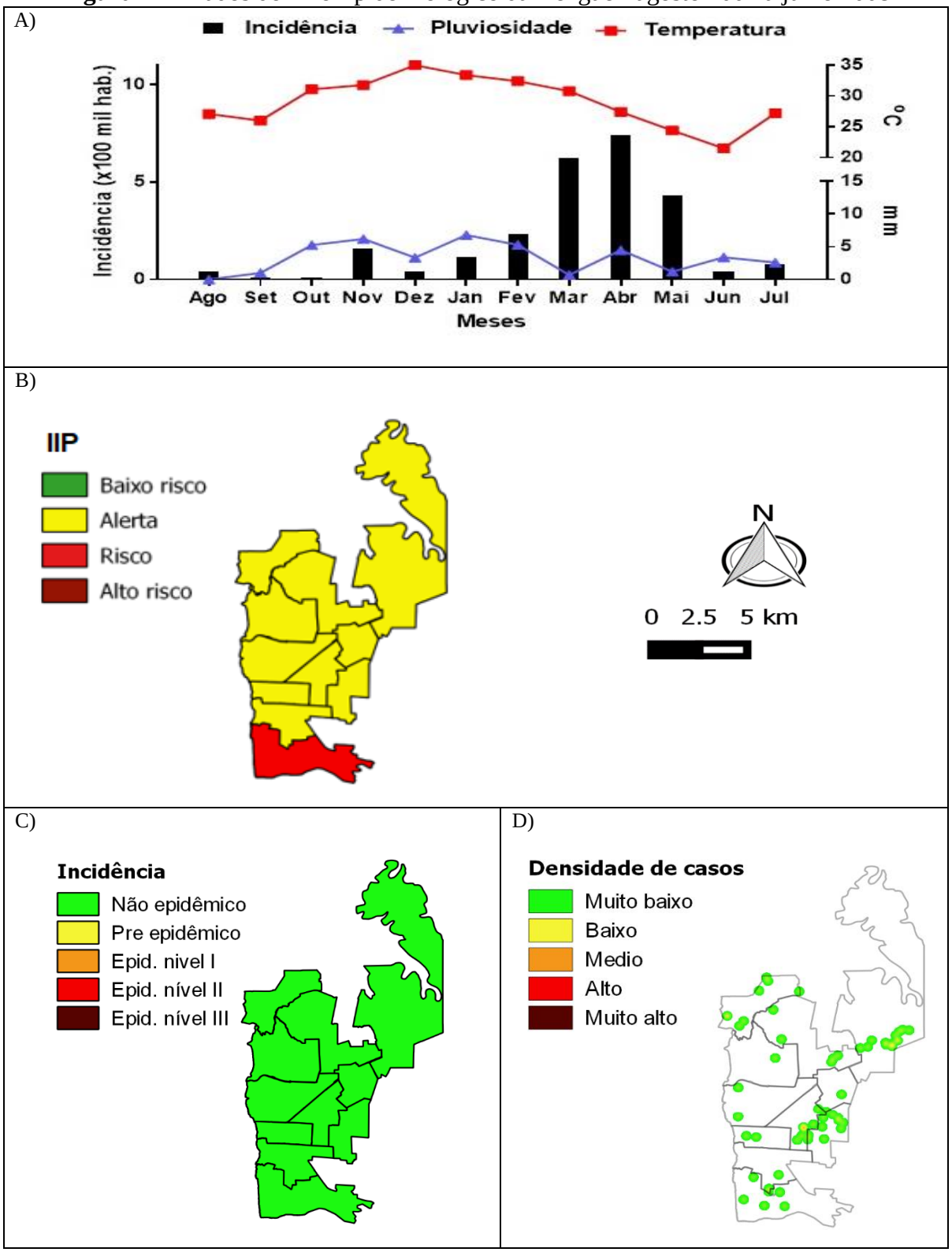
Figura 16 - Dados do Ano Epidemiológico da Dengue - agosto 2006 a julho 2007



Legenda: A) Registro Mensal da Incidência de Dengue (X100 mil/hab.), Temperatura (média da máxima em ^{0}C), Pluviosidade (mm); **B)** Mapa do IIP Dezembro 2006 - Baixo risco: (<1%), Alerta: 1-3.99%), Risco: (4-7.99%), Alto risco: (8-20%); **C)** Mapa de Incidência (X 100 mil/hab.) - Não epidêmico: (0-149), Pré epidêmico: (150-299), Epid. nível I: (300-599), Epid. nível II: (600-999) Epid. nível III: (>1000); **D**) Mapa de Densidade de Casos - Muito baixo: (0-2.49), Baixo: (2.5-4.99), Médio: (5.0-7.49), Alto: (7.5-14.99), Muito alto (>15.0). Foz do Iguaçu, 2018.

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

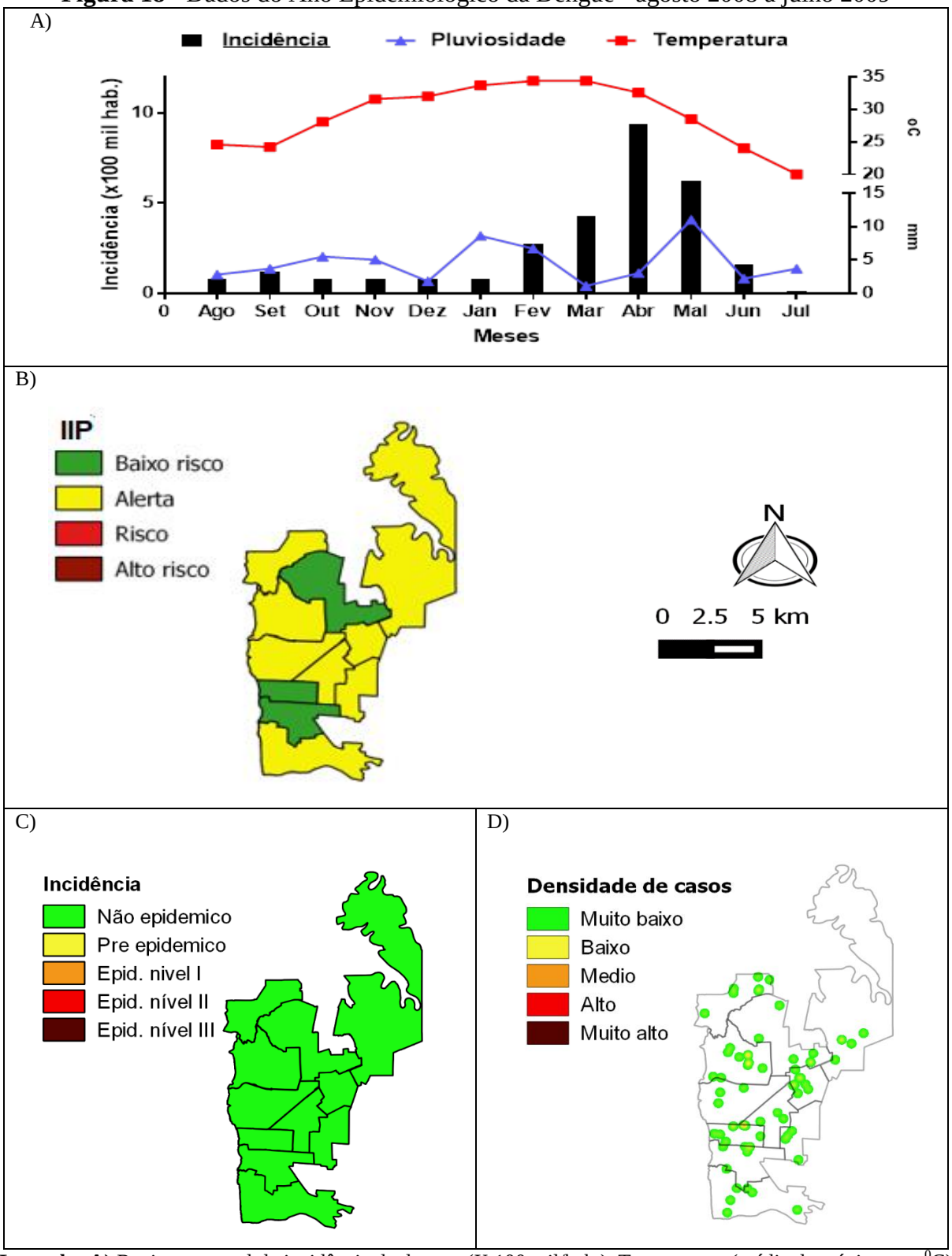
Figura 17 - Dados do Ano Epidemiológico da Dengue - agosto 2007 a julho 2008



Legenda: A) Registro Mensal da Incidência de Dengue (X 100 mil/hab.), Temperatura (média da máxima em ^{0}C) e Pluviosidade (mm); **B)** Mapa do IIP Janeiro 2008 - Baixo risco: (<1%), Alerta: (1-3.99%), Risco: (4-7.99%), Alto risco: (8-20%); **C)** Mapa de Incidência (X 100 mil/hab.) - Não epidêmico: (0-149), Pré epidêmico: (150-299), Epid. nível I: (300-599), Epid. nível II: (600-999), Epid. nível III: (>1000); **D)** Mapa de Densidade de Casos - Muito baixo: (0-2.49), Baixo: (2.5-4.99), Médio: (5.0-7.49), Alto: (7.5-14.99), Muito alto: (>15.0). Foz do Iguaçu, 2018.

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

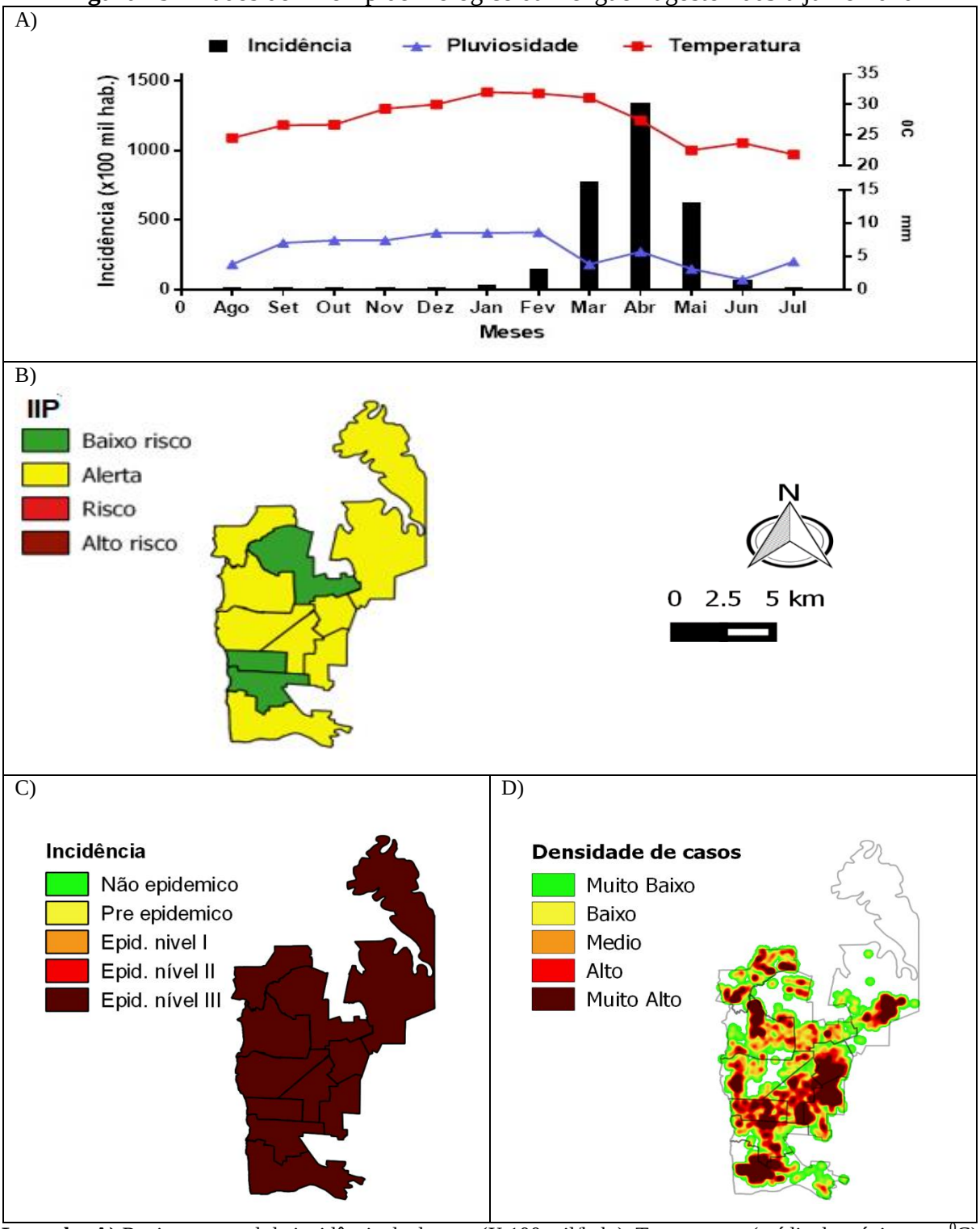
Figura 18 - Dados do Ano Epidemiológico da Dengue - agosto 2008 a julho 2009



Legenda: A) Registro mensal da incidência de dengue (X 100 mil/bab.), Temperatura (média da máxima em ^{0}C) e Pluviosidade (mm); **B)** Mapa do IIP outubro 2008 - Baixo risco: (<1%), Alerta: (1-3.99%), Risco: (4-7.99%), Alto risco: (8-20%); **C)** Mapa de Incidência (X 100mil/hab.) - Não epidêmico: (0-149), Pré epidêmico: (150-299), Epid. nível I: (300-599), Epid. nível II: (600-999), Epid. nível III: (>1000); **D)** Mapa de Densidade de Casos - Muito baixo: (0-2.49), Baixo: (2.5-4.99), Médio: (5.0-7.49), Alto: (7.5-14.99), Muito alto: (>15.0). Foz do Iguaçu, 2018.

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

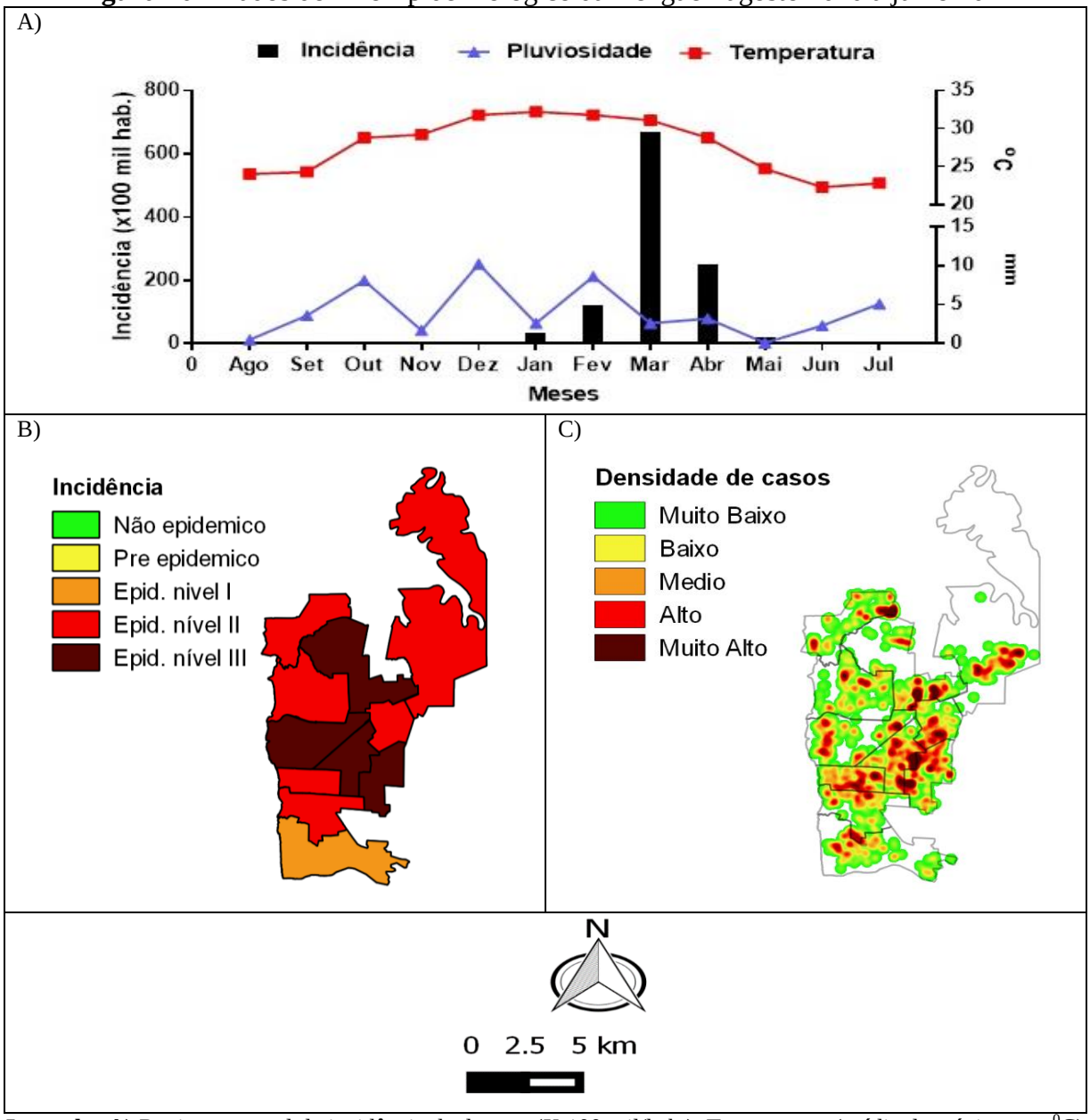
Figura 19 - Dados do Ano Epidemiológico da Dengue - agosto 2009 a julho 2010



Legenda: A) Registro mensal da incidência de dengue (X 100 mil/hab.), Temperatura (média da máxima em ^{0}C) e Pluviosidade (mm); **B)** Mapa do IIP Outubro 2009 - Baixo risco: (<1%), Alerta: (1-3.99%), Risco: (4-7.99%), Alto risco: (8-20%); **D)** Mapa de Incidência (X 100mil/hab.) - Não epidêmico: (0-149), Pré epidêmico: (150-299), Epid. Nível I (300-599), Epid. Nível II: (600-999), Epid. Nível III: (>1000); **E)** Mapa de Densidade de casos - Muito baixo: (0-2.49), Baixo: (2.5-4.99), Médio: (5.0-7.49), Alto: (7.5-14.99), Muito Alto: (>15.0). Foz do Iguaçu, 2018.

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

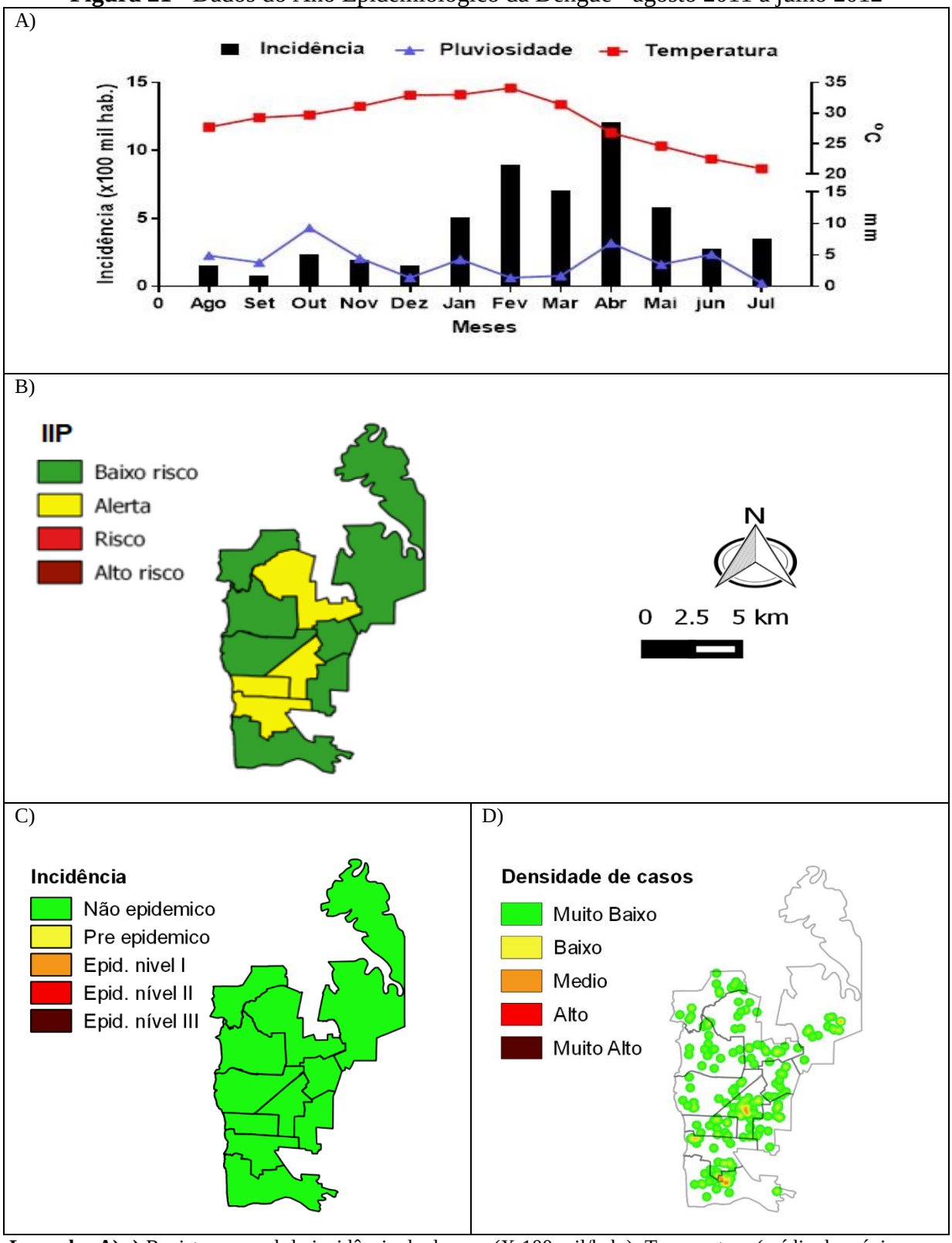
Figura 20 - Dados do Ano Epidemiológico da Dengue - agosto 2010 a julho 2011



Legenda: A) Registro mensal da incidência de dengue (X 100 mil/hab.), Temperatura (média da máxima em ^{0}C) e Pluviosidade (mm); **B)** Mapa de Incidência (X 100 mil/hab.) - Não epidêmico: (0-149), Pré epidêmico: (150-299), Epid. nível I: (300-599), Epid. nível II: (600-999), Epid. nível III: (>1000); **C)** Mapa de Densidade de casos - Muito baixo: (0-2.49), Baixo: (2.5-4.99), Médio: (5.0-7.49), Alto: (7.5-14.99), Muito alto: (>15.0). Foz do Iguaçu, 2018.

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

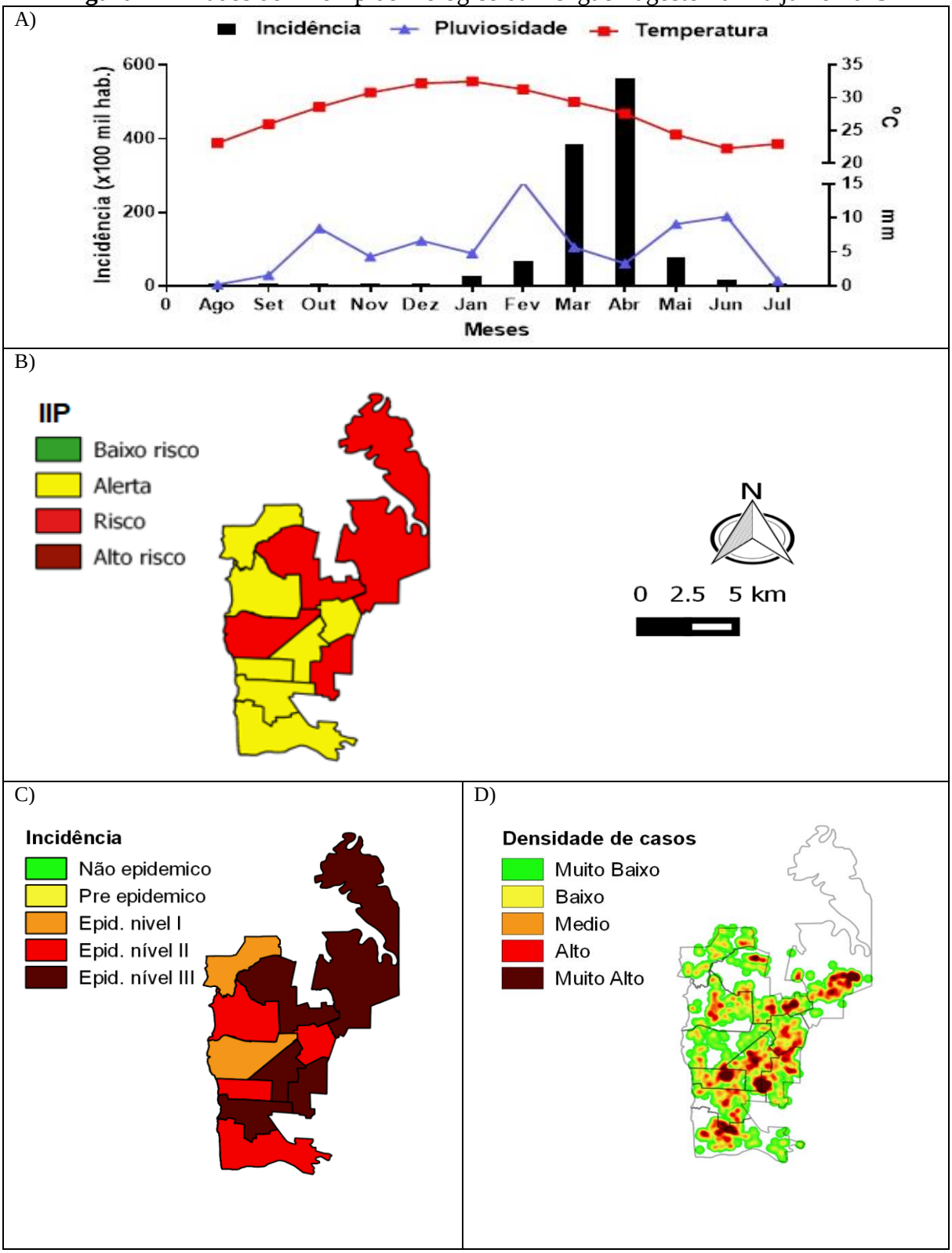
Figura 21 - Dados do Ano Epidemiológico da Dengue - agosto 2011 a julho 2012



Legenda: A)) Registro mensal da incidência de dengue (X 100 mil/hab.), Temperatura (média da máxima em ^{0}C) e Pluviosidade (mm); **B**) Mapa IIP Dezembro 2011 - Baixo risco: (<1%), Alerta: (1-3.99%), Risco: (4-7.99%), Alto risco: (8-20%); **C)** Mapa de Incidência (X 100 mil/hab.) - Não epidêmico: (0-149, Pré epidêmico: (150-300), Epid. nível I: (300-599), Epid. nível II: (600-999), Epid. nível III: (>1000); **D)** Mapa de Densidade de Casos - Muito baixo: (0-2.49), Baixo: (2.5-4.99), Médio: (5.0-7.49), Alto: (7.5-14.99), Muito alto: (>15.0). Foz do Iguaçu, 2018.

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

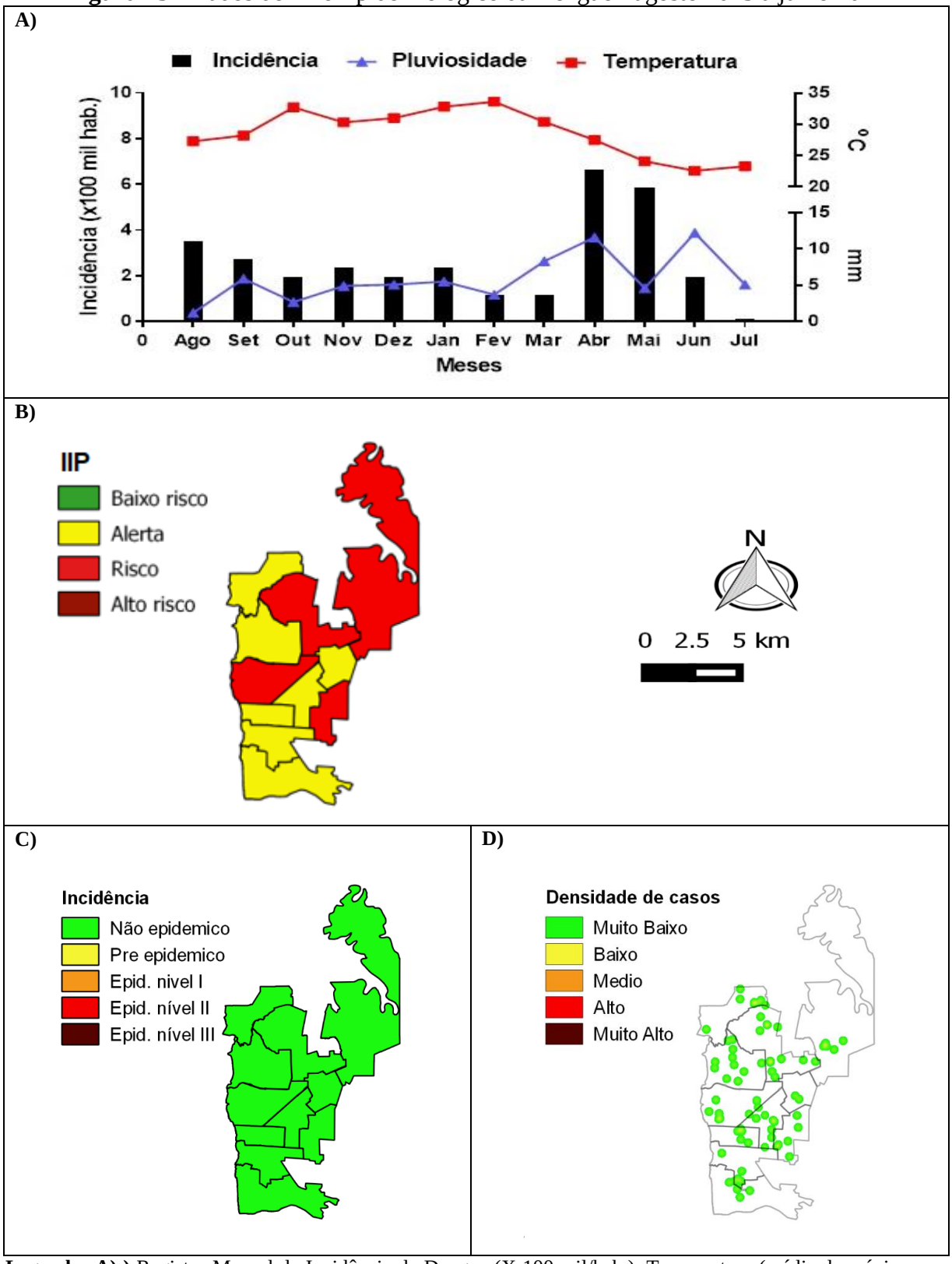
Figura 22 - Dados do Ano Epidemiológico da Dengue - agosto 2012 a julho 2013



Legenda: **A)** Registro mensal da incidência de dengue (X 100 mil/hab.), Temperatura (média da máxima em ^{0}C) e Pluviosidade (mm); **B**) Mapa IIP Janeiro 2013 - Baixo risco (<1%), Alerta: (1-3.99%), Risco: (4-7.99%), Alto risco: (8-20%); **D)** Mapa de Incidência (X 100 mil/hab.) - Não epidêmico: (0-149), Pré epidêmico: (150-300), Epid. nível I: (00-599), Epid. nível II: (600-999) Epid. nível III: (>1000); **E)** Mapa de Densidade de Casos - Muito baixo: (0-2.49), Baixo: (2.5-4.99), Médio: (5.0-7.49), Alto: (7.5-14.99), Muito alto: (>15.0). Foz do Iguaçu, 2018.

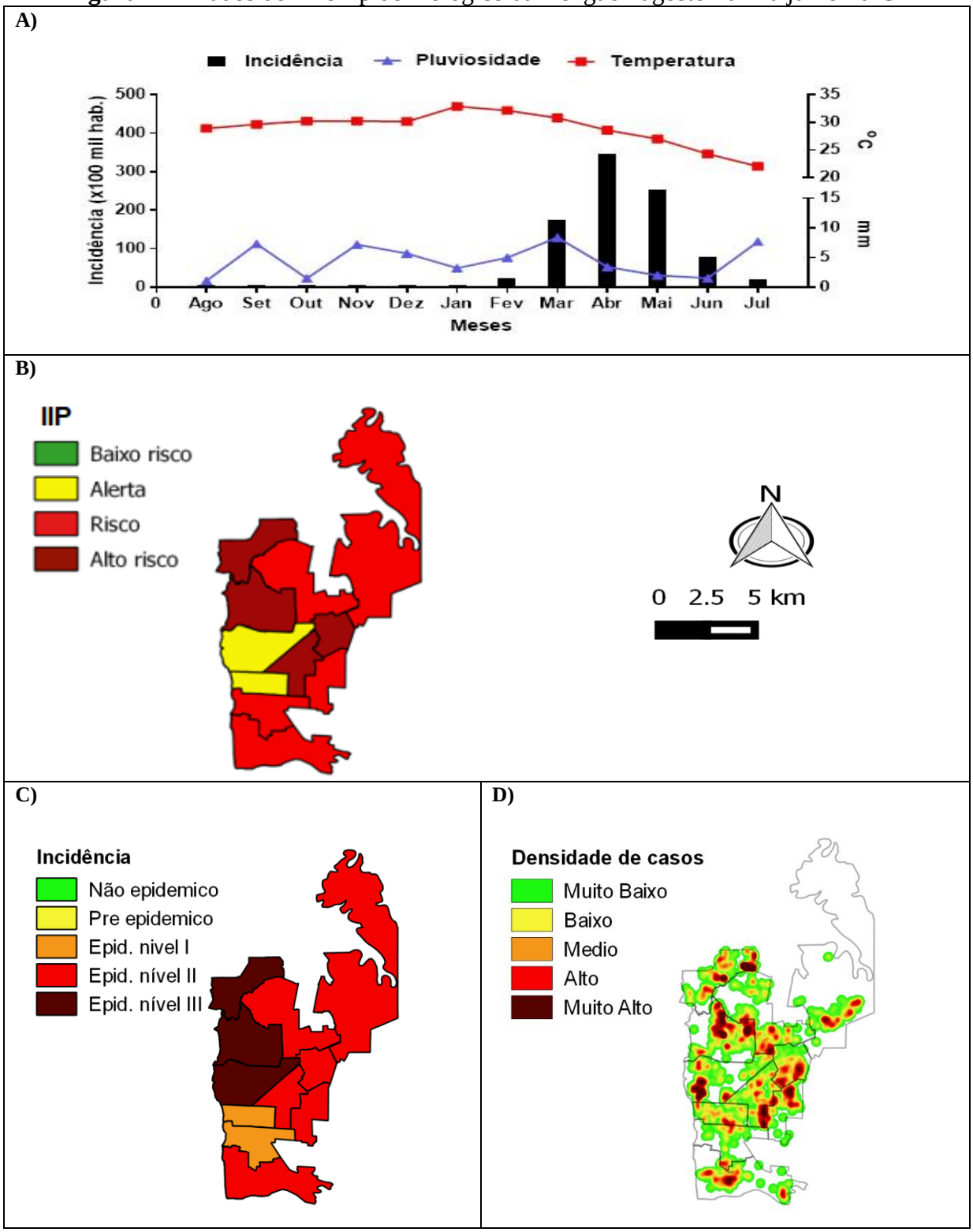
Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Figura 23 - Dados do Ano Epidemiológico da Dengue - agosto 2013 a julho 2014



Legenda: A)) Registro Mensal da Incidência de Dengue (X 100 mil/hab.), Temperatura (média da máxima em ^{0}C) e Pluviosidade (mm); **B**) Mapa IIP Janeiro 2014 - Baixo risco: (<1%), Alerta: (1-3.99%), Risco: (4-7.99%), Alto risco: (8-20%); **D)** Mapa de Incidência (X 100 mil/hab.) - Não epidêmico: 0-149, Pré epidêmico: (150-300), Epid. nível I: (00-599), Epid. nível II: (600-999) Epid. nível III: (>1000); **E)** Mapa de Densidade de Casos - Muito baixo: (0-2.49), baixo: (2.5-4.99), Médio: (5.0-7.49), Alto: (7.5-14.99), Muito alto: (>15.0). Foz do Iguaçu, 2018.
Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

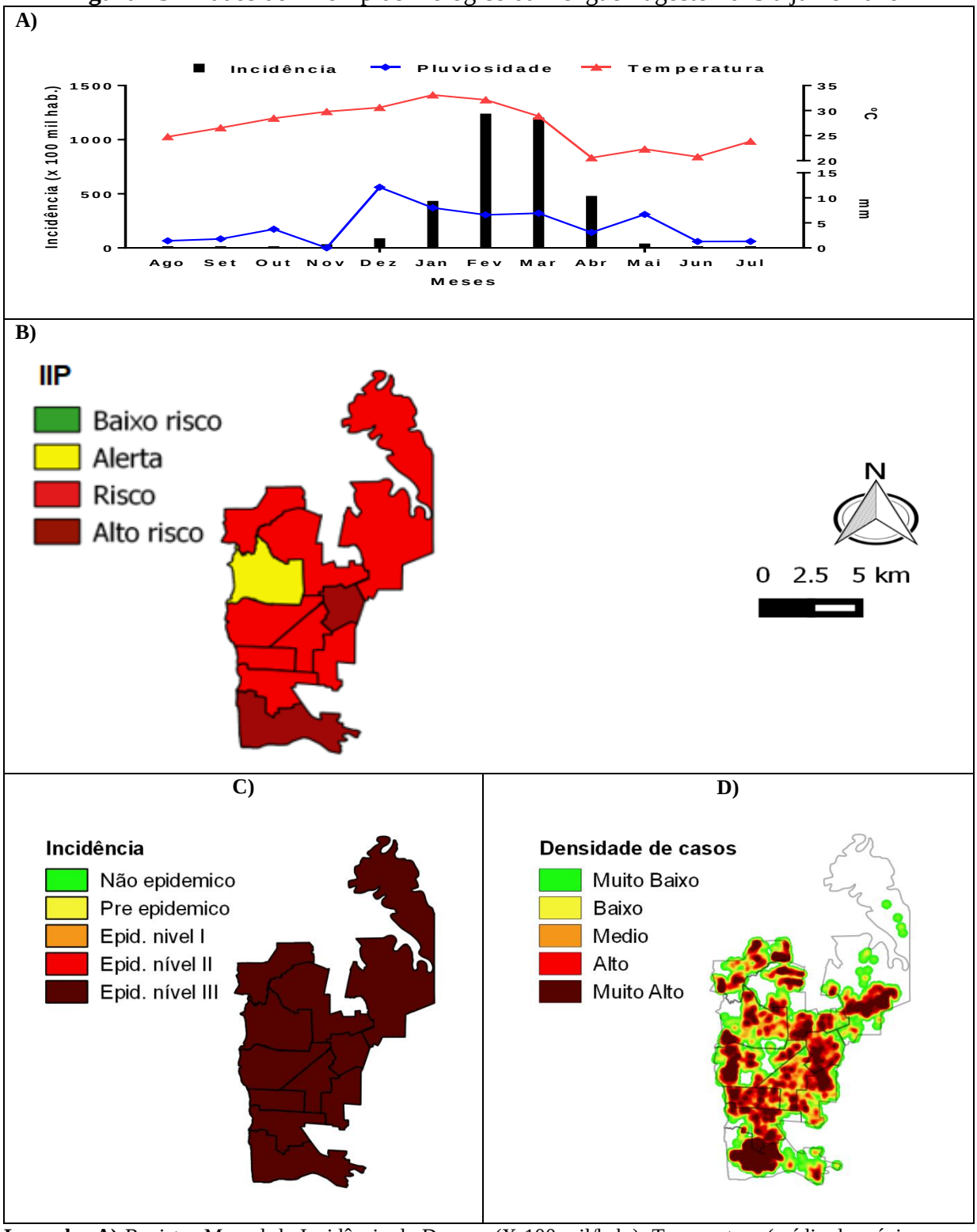
Figura 24 - Dados do Ano Epidemiológico da Dengue - agosto 2014 a julho 2015



Legenda: A) Registro Mensal da Incidência de Dengue (X 100 mil/hab.), Temperatura (média da máxima em ^{0}C) e Pluviosidade (mm); **B**) Mapa IIP Janeiro 2015 - Baixo risco: (<1%), Alerta: (1-3.99%), Risco: (4-7.99%), Alto risco: (8-20%); **D)** Mapa de Incidência (X 100 mil/hab.) - Não epidêmico: (0-149), Pré epidêmico: (150-300), Epid. nível I: (300-599), Epid. nível II: (600-999), Epid. nível III: (>1000); **E)** Mapa de Densidade de Casos - Muito baixo: (0-2.49), Baixo: (2.5-4.99), Médio: (5.0-7.49), Alto: (7.5-14.99), Muito alto: (>15.0). Foz do Iguaçu, 2018.

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Figura 25 - Dados do Ano Epidemiológico da Dengue - agosto 2015 a julho 2016



Legenda: A) Registro Mensal da Incidência de Dengue (X 100 mil/hab.), Temperatura (média da máxima em ^{0}C) e Pluviosidade (mm); **B**) Mapa IIP Janeiro 2016 - Baixo risco: (<1%), Alerta: (1-3.99%), Risco: (4-7.99%), Alto risco: (8-20%); **D)** Mapa de Incidência (X 100 mil/hab.) - Não epidêmico: (0-149), Pré epidêmico: (150-300), Epid. nível I: (300-599), Epid. nível II: (600-999), Epid. nível III: (>1000); **E)** Mapa de Densidade de Casos - Muito baixo: (0-2.49), Baixo: (2.5-4.99), Médio: (5.0-7.49), Alto: (7.5-14.99), Muito alto: (>15.0). Foz do Iguaçu, 2018.

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

5.2 DADOS TEMPORAIS

Nos anos epidêmicos a taxa de incidência foi significativamente maior no período de fevereiro a junho (Figura 26A). A média da temperatura máxima apresentou queda nos anos epidêmicos durante os meses de primavera e verão comparado aos mesmos meses nos anos não epidêmicos. Porém, foi significativamente maior somente nos meses de janeiro e fevereiro nos anos não epidêmicos. (Figura 26B).

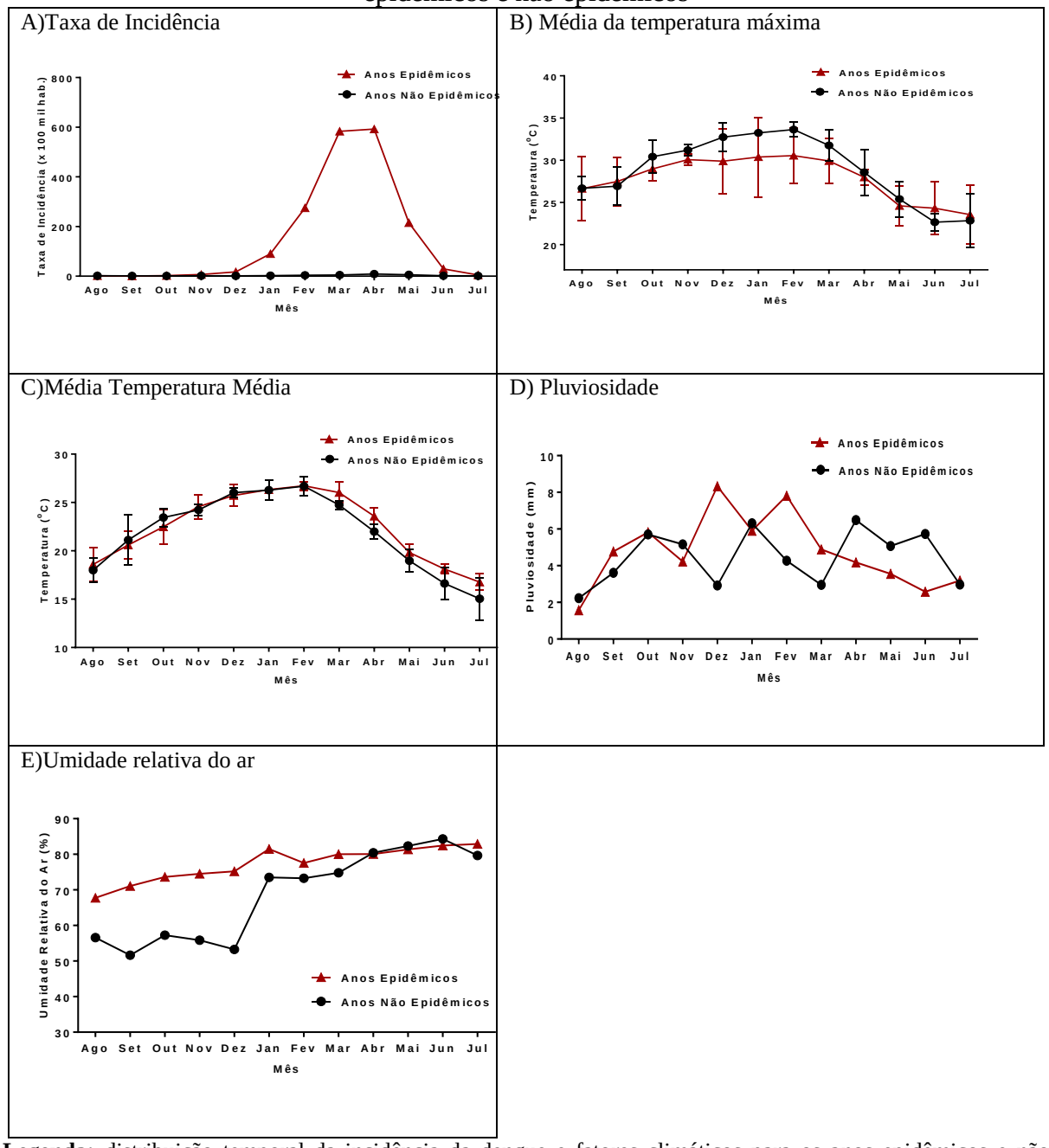
A média da temperatura média não apresentou alterações significativas em relação aos anos epidêmicos e não epidêmicos o que pode sugerir que que este fator isoladamente não foi relevante para o aumento da incidência da doença (Figura 26C).

A Pluviosidade apresentou muitas oscilações tanto nos anos epidêmicos como não epidêmicos, todavia apresentou um aumento significativo apenas no mês de dezembro nos anos epidêmicos (Figura, 26D).

Quanto a umidade relativa do ar, observa que foi maior nos anos epidêmicos, com significância maior apenas no mês de fevereiro para os anos epidêmicos (Figura 26E).

Observando a distribuição dos fatores climáticos para os anos epidêmicos, vistos nas Figuras (26 B, 26 C, 26 D e 26 E), onde verifica -se que ocorreu um aumento da média da temperatura máxima no inverno, aumento da pluviosidade nos meses de verão, associados ao aumento da umidade relativa do ar podem estarem relacionados com condições favoráveis para as epidemias de dengue.

Figura 26 - Distribuição temporal da incidência da dengue e fatores climáticos para os anos epidêmicos e não epidêmicos



Legenda: distribuição temporal da incidência da dengue e fatores climáticos para os anos epidêmicos e não epidêmicos. A) Taxa de incidência (X100 mil /hab.), B) Média da temperatura máxima (^{0}C), C) Média da temperatura média (^{0}C), D) Pluviosidade (mm), E) Umidade relativa do ar (%).
Fonte: Elaborado pelo Autor (2018).

5.3 DADOS ANALÍTICOS

Houve correlação da incidência da dengue para os anos de epidemia com os seguintes preditores: IPA (3meses antes), umidade relativa do ar (simultâneo), dias de chuvas, média da temperatura média e média da temperatura máxima (1 e 2 meses antes) e pluviosidade (1,2 e 3 meses antes). O único preditor analisado que não teve correlação com a incidência da dengue foi o IIP, justamente o preditor adotado pelo MS para avaliar o risco de epidemia de dengue para os municípios brasileiros que tem infestação do *Aedes aegypti* (tabela 6).

Tabela 6 - Resultados da regressão linear simples entre a taxa de incidência da dengue X fatores climáticos e entomológicos, para os anos epidêmicos. Foz do Iguaçu, Paraná, 2018

Variável incidência da dengue	**Simultâneo**		**1 Mês antes**		**2 Meses**		**3 Meses**	
Preditores	**p**	**R**	**P**	**R**	**P**	**R**	P	R
IIP	0,580	0,144	0,741	0,080	0,297	0,260	0,443	0,199
IPA	0,576	0,171	0,795	0,079	0,112	0,443	**0,004**	**0,689**
Umidade R. Ar	**0,025**	**0,276**	0,151	0,178	0,214	0,153	0,419	0,099
Dias de chuva	0,478	0,084	**0,044**	**0,238**	**0,019**	**0,274**	0,089	0,201
Média temp. média	0,263	0,140	**0,0003**	**0,425**	**0,00001**	**0,517**	0,248	0,137
Media temp. máxima	0,294	0,127	**0,005**	**0,411**	**0,014**	**0,288**	0,327	0,116
Pluviosidade	0,607	0,061	**0,024**	**0,264**	**0,0012**	**0,373**	**0,008**	**0,308**

Fonte: Elaborado pelo autor com base nas informações do SINAN, SIMEPAR, LIRAa, Foz do Iguaçu (2018).

A tabela 7 demonstra que três preditores tiveram correlação com a incidência da dengue para os anos que não ocorreram epidemia, sendo eles: IPA (2 e 3meses antes), média da temperatura média e média da temperatura máxima (3 meses antes). Os demais preditores analisados não apresentaram correlação com a incidência da dengue.

Tabela 7 - Resultados da regressão linear simples entre a taxa de incidência da dengue X fatores climáticas e entomológicas, para os anos não epidêmicos. Foz do Iguaçu, Paraná, 2018

Variável incidência da dengue	**Simultâneo**		**1 Mês antes**		**2 Meses antes**		**3 Meses antes**	
Preditores	**p**	**R**	**P**	R	**P**	**R**	P	R
IIP	0,441	0,245	0,378	0,279	0,561	0,186	0,628	0,156
IPA	0,724	0,137	0,523	0,245	**0,041**	**0,684**	**0,049**	**0,667**
Umidade R. Ar	0,342	0,139	0,444	0,113	0,642	0,068	0,353	0,137
Dias de chuva	0,658	0,065	0,406	0,122	0,853	0,027	0,463	0,108
Média temp. média	0,809	0,035	0,279	0,159	0,077	0,257	**0,047**	**0,287**
Media temp. máxima	0,660	0,065	0,430	0,116	0,107	0,035	**0,036**	**0,303**
Pluviosidade	0,346	0,138	0,397	0,124	0,776	0,042	0,351	0,137

Fonte: Elaborado pelo autor com base nas informações do SINAN, SIMEPAR, LIRAa (2018).

6 DISCUSSAO

Este estudo teve como finalidade analisar a distribuição espacial e a evolução temporal da incidência da dengue e sua correlação com variáveis entomológicas e climáticas no município de Foz de Iguaçu, num período de dez anos. A intenção desta pesquisa foi compreender os principais fenômenos envolvidos nas epidemias de dengue com intuito de prevenir condições futuras que colocam em risco a saúde da população e contribuir com a elaboração, implementação e ou implantação de novos processos de controle e prevenção das doenças transmitidas pelo *Aedes aegypti*.

6.1 DISCUSSÃO DOS DADOS ESPACIAIS

Durante os dez anos analisados neste estudo verificou-se que os anos epidêmicos superou os anos não epidêmicos, sendo que foram seis (6) anos com epidemias e quatro (4) não epidêmicos, representando 60% do período com epidemia. A incidência da doença nos anos epidêmicos é alta, ultrapassando a 1000 casos/100 mil/hab.

Observa-se também nos mapas da distribuição espacial da incidência de dengue que os anos epidêmicos, com exceção do AE3 e o AE5, os demais tiveram a maioria dos 11 estratos com incidência acima de 1000 casos/100 mil/habitantes.

O mapeamento da incidência de dengue por estrato mostra que nos anos epidêmicos todas a as regiões da cidade entram em situação de epidemia. Durante o período de levantamento dos dados o CCZ não dispunha de dados entomológicos por setor censitário, por este motivo optou -se por usar a unidade geográfica do estrato para elaborar os mapas. Apesar da grande relevância deste dado espacial por estrato, o mesmo perde sua capacidade de apontar regiões geográficos menores de maior incidência que merece ações mais emergenciais, sendo assim as áreas geográficas de maior incidência foram apontadas no mapa de densidade casos, Aplicou-se então o Estimador de densidade de Kernel para verificar a representação gráfica a distribuição desses casos, onde é possível identificar áreas de intensidade (áreas quentes ou hot spots) em pontos específicos dos estrato as quais apontaram os locais de maior concentração da doença, podendo direcionar as ações pontuais de ações de controle do vetor e prevenção da doença, otimizando desta forma tempo, recursos humanos e materiais.

Focar o serviço de vigilância do controle do vetor em áreas de alto risco pode ajudar a superar os desafios logísticos relacionados à detecção precoce de surtos e realizar o controle efetivo de epidemias de doenças causadas pelo *Aedes aegypti* (EISEN; LOZANO, 2009).

Sendo assim ao comparar o mapa da incidência da dengue nos anos epidêmicos com o mapa de densidade de casos do mesmo ano, podemos verificar que todos os estratos do mapa de incidência apresentam situação de epidemia, porém os estratos do mapa de densidade de casos mostram as áreas dentro do estrato de maior concentração da doença, sendo possível também essa comparação nos anos não epidêmicos, mesmo com registro de poucos casos da doença podemos observar esses pontos de maior intensidade. O mapa de calor fornece a base para uma investigação mais aprofundada dos fatores de risco, bem como intervenções em áreas específicas.

Segundo estudo de revisão sistemática sobre análise geoespacial aplicada em estudos epidemiológicos de dengue, nos últimos anos ocorreu um importante aumento no número de artigos que abordam a aplicação da análise espacial em dengue, sendo que 72% dos artigos publicados foram a partir do ano de 2008. Isso pode ser explicado devido a urgente necessidade compreender melhor a dinâmica da transmissão da doença e formular estratégias para reduzir as constantes epidemias. Os resultados deste estudo apontou a importância do uso da análise espacial para o entendimento da epidemiologia da dengue em diferentes contextos e em diferentes áreas geográficas e enfatizou que o método de Kernel Estimation é uma ferramenta poderosa para monitorar a transmissão da dengue em nível local, pois fornece com rapidez informações eficientes sobre a localização de clusters de casos de dengue e de áreas de transmissão de hot spot. (OLIVEIRA; RIBEIRO; CASTILLO, 2013).

Ao realizar as ações de rotina no controle do vetor no município, no período não epidêmico, o CCZ realiza as atividades de bloqueio da doença a partir do caso suspeito notificado, porém esta atividade demanda um grande esforço de recursos humanos, materiais, tem um alto custo financeiro e apresenta sérias limitações supracitadas neste trabalho.

Essas são situações que podem levar a perda do tempo oportuno de realizar as atividades de bloqueio da doença e também torna - se inviável no período de epidemia pela limitação da capacidade operacional da equipe. Sendo assim, o uso do mapeamento da incidência da dengue para direcionar as ações de controle de vetores apresenta-se como uma excelente metodologia para orientar as atividades operacionais de campo. Neste cenário de epidemia deve-se ignorar as estratégias de bloqueio focalizado na localização de casos individuais e, ativar um cenário de resposta de emergência onde áreas de alto risco são priorizadas e tratadas antes de áreas com menor risco. Desta forma o geoprocessamento

também pode ser usado para orientar a implementação espacial de esforços proativos de controle de vetores ou esquemas de vigilância vetorial tanto em períodos epidêmicos, como não epidêmicos (EISEN; LOZANO, 2009).

A dengue em Foz do Iguaçu, tem sido motivo de muita preocupação, devido ao seu histórico de sucessivas epidemias, com aumento de casos graves e óbitos ocasionando alta demanda por atendimento e hospitalização de pacientes nos serviços. Na última epidemia de dengue sofrida pelo município no ano epidemiológico da dengue 2015/2016, foram confirmados mais de oito mil casos da doença, ocorreram 773 hospitalizações no único hospital público do município e 19 óbitos de pacientes atendidos nos quatro hospitais da cidade, essa situação gerou um aumento no atendimento ao paciente em todos os níveis de assistência, em um curto espaço de tempo o que acarretou uma fragilidade na capacidade de atendimento do município tanto a nível de assistência básica, como hospitalar, transporte do SAMU (FOZ DO IGUAÇU, 2017).

A dengue é uma doença complexa que pode afetar qualquer pessoa independentemente de idade, sexo, condição de saúde ou status socioeconômico e faz-se necessária uma compreensão mais profunda das interações entre vírus, hospedeiro e vetor, e os custos da doença na saúde pública. De acordo com estudo realizado pela Secretaria Estadual de Saúde do Estado do Paraná a distribuição geográfica dos quatro sorotipos da dengue varia imprevisivelmente ao longo do tempo, provocando risco contínuo de infecção em populações de áreas endêmicas. As epidemias com elevado número de casos, aumentam os custos com cuidados médicos, que podem comprometer os sistemas de saúde (PARANÁ, 2017a).

Estudos sobre a estimativa do custo da dengue no Brasil com hospitalizações, tratamentos, medicamentos e os custos indiretos como faltas ao trabalho e escola é de 468 milhões de dólares americanos na perspectiva do pagador público e pode chegar a 1,2 bilhões de dólares americanos na perspectiva da sociedade. Incluindo os custos com controle de vetor, a dengue pode custar cerca de 1,7 bilhões de dólares americanos anualmente. O custo médio por paciente é de US$ 1.500 e 18,9 dias de trabalho perdidos. O impacto é significativo, estas estimativas não contemplam o impacto causado pelo colapso do sistema de saúde no momento de epidemias e o impacto no turismo. (MARTELLI *et al*, 2016), (MOREIRA, 2016).

Em Foz do Iguaçu o contexto de epidemia também apresenta impacto negativo no setor do turismo, considerando como já foi colocado que a cidade é um dos principais destinos turísticos do mundo. Todavia a preocupação com a dengue não é exclusiva do

município em estudo, pois esta doença tem demonstrado um grave problema de saúde pública a nível mundial em virtude do seu grande potencial para o desenvolvimento de formas graves e letais. Cerca de 2,5 bilhões de pessoas encontram-se em risco de infecção, particularmente em países tropicais o que coloca na atualidade este agravo, em nível global, a mais importante arbovirose em termos de morbidade, letalidade e implicações econômicas (FLAUZINO; SOUZA; OLIVEIRA, 2009), (TORREZ; CASTRO, 2007).

A distribuição espacial do IIP por estratos mostrou que os dez anos analisados apresentaram um alto índice de infestação larvária do *Aedes aegypti,* mesmo nos anos não epidêmicos a maioria dos estratos do município ficaram em situação de alerta e risco para epidemia e nos anos epidêmicos os estratos apresentaram em maior proporção a situação de risco e alto risco para epidemia de dengue. verifica uma ineficiência nas estratégias até hoje adotadas nas ações de controle do o *Aedes aegypti*, no espaço urbano. Foz do Iguaçu também apresenta esta fragilidade observada tanto na alta incidência da doença, bem como nos resultados do LIRAa. A dificuldade neste controle está relacionada com diversos fatores como acelerado crescimento urbano que gera problemas de falta de saneamento básico, falta de água encanada ou abastecimento de água não confiável o que gera o armazenamento de água, proliferação de contêineres de lixo não degradáveis. Esses fatores associados aos fatores climáticos, fornecem uma ampla oferta de locais de desenvolvimento larval à biologia do mosquito ((EISEN; LOZANO, 2009).

Embora o ministério da Saúde preconize que os índices larvais são preditivos de risco espacial para a transmissão do vírus da dengue, o presente estudo, bem como outros estudos semelhantes não conseguiu encontrar associações significativas entre índices imaturos ou abundâncias e padrões espaciais de incidência de dengue. O uso de armadilhas para captura de mosquitos adultos tem mostrado maior correlação com a incidência da doença e vantagem em relação ao IIP, no entanto varios estudos abordam que existe uma necessidade de uma metodologia melhorada para aumentar a utilidade de dados entomológicos para modelagem espacial do risco de dengue (SÁNCHEZ *et al*., 2006), (THAMMAPALO *et al.,* 2008), (SULAIMAN *et al*., 1996), (REITER *et al.,* 2003), (AI-LEEN; SONG, 2000).

Desde a reintrodução da dengue no Brasil, verifica-se o esforço do Ministério da Saúde na elaboração e implementação de programas para o enfrentamento do problema, porém observa-se que não houve avanço nos resultados positivos no controle das epidemias de dengue. Estudos como Augusto *et al.* (2000), Santos (2003) e Novaes *et al.* (2006), apontam alguns fatores responsáveis por essa dificuldade no controle do vetor, inclusive com críticas sobre o uso de produtos químicos para o controle vetorial, sua ineficácia e os efeitos

prejudiciais à saúde e ao meio ambiente e a resistência vetorial a esses inseticidas empregados pelo PNCD, bem como o alto custo de recursos gastos para manutenção desse modelo de controle do vetor. Apesar dos estudos e das evidências mostrarem que o controle químico do vetor não tem interrompido a transmissão da doença em quase todos os países onde a dengue é endêmica, a pouca efetividade da aplicação espacial em ultrabaixo volume e a necessidade de buscar novas maneiras de controle do vetor com estratégias de educação e mobilização social local este continua sendo o pilar da prevenção da dengue (SIMMONS *et al*., 2012); (LENHART *et al*., 2008); (SONEGHET, 2013).

Vários estudo realizados sobre esse tema, mostraram que o uso de inseticidas reduz imediatamente a população do vetor, porém devido à grande diversidade de depósitos de água e fatores climáticos favoráveis a população do mosquito volta a crescer e transmitir dengue rapidamente (WANG *et al*, 2000), (VASILAKIS *et al*., 2007) e (WOLFE *et al*., 2001).

Na Austrália foi realizado uma pesquisa sobre a extinção da dengue por meio da vulnerabilidade natural de seus vetores a qual conclui que o controle da doença depende da compreensão da dinâmica populacional do vetor, especialmente no contexto de mudanças climáticas e que a capacidade de prever dinâmicas futuras reflete-se na capacidade de explicar as mudanças históricas significativas na distribuição e aumento da doença e do vetor.

O estudo mostrou que nas regiões onde a dengue atualmente ocorre (região dos trópicos úmidos do extremo norte de Queensland), as condições de locais para ovoposição são adequadas durante todo o ano. Porém nas regiões temperadas e secas os mosquitos foram extintos devido as condições muito frias para a atividade de postura de ovos durante todo o ano, e muito seca para os ovos eclodirem.

Esse estudo conclui que a erradicação da dengue em regiões tropicais úmidas será extremamente difícil por meio de métodos clássicos de controle de mosquitos e salienta a necessidade da exploração das vulnerabilidades naturais dos vetores da dengue como habitat, limitações climáticas, com as novas técnicas de controle bacteriano transgênico e simbiótico para desenvolver futuras estratégias de controle e eliminação da dengue (WILLIAMS *et al*., 2014).

6.2 DISCUSSÃO DOS DADOS TEMPORAIS

Os dados temporais da incidência da dengue e fatores climáticos (média da temperatura máxima e média da temperatura média, pluviosidade e umidade relativa do ar) para os anos epidêmicos e não epidêmicos foram avaliados por meio dos gráficos. Observou-

se que a curva de crescimento das epidemias de dengue ocorridas no município tem início no mês de dezembro, apresenta um crescimento gradativo e atinge o pico no mês de março mantendo este patamar até abril, após entra em declínio também gradativo, praticamente cessando os casos no mês de julho. A compreensão do período do início da epidemia de dengue e a correlação com fatores climáticos e entomológicos obtidos no resultado desta pesquisa, bem como seu comportamento ao longo dos tempos é de fundamental importância para o planejamento do período oportuno para iniciar as ações de controle do vetor e prevenção da doença. Um estudo de revisão sistemática mostrou que os dados climáticos entre elas as variáveis pluviosidade e temperatura do ar foram os preditores mais significativos e mostraram-se importantes para a geração de mapas preditivos de risco e constatou que todas as publicações revisadas que têm um componente temporal incluem tais dados (VALÉRIE, 2014).

De acordo com Roseghini (2013), existe um limite de temperatura ideal para o desenvolvimento do mosquito que normalmente é encontrado em regiões tropicais e subtropicais compreendidas entre as latitudes 35° N e 35º S ou mesmo fora desses limites, mas bem próximo da isoterma média anual de 20°C ou das isotermas de inverno de 10°C, evidenciando a grande condição endêmica que o clima representa ao mosquito. Pesquisadores do Laboratório de Climatologia da Universidade Federal do Paraná – UFPR, criaram um Sistema de Alerta Climático de Dengue – SACDENGUE, que indicam os valores de risco climático para dengue, importantes na predição de riscos futuros. Para elaboração deste sistema foram quantificados o número de horas em que as temperaturas permanecem dentro do patamar ideal para o desenvolvimento pleno do vetor, permitindo que o mosquito se desenvolva em apenas sete dias da fase de ovo ao indivíduo adulto.

Também são consideradas na equação a quantidade de chuva, a evapotranspiração potencial e consequentemente, a umidade do ar, diante destas informações foi construída uma escala de 4 valores de risco sendo classificados como sem risco, baixo risco, médio risco e alto risco (Figura 27).

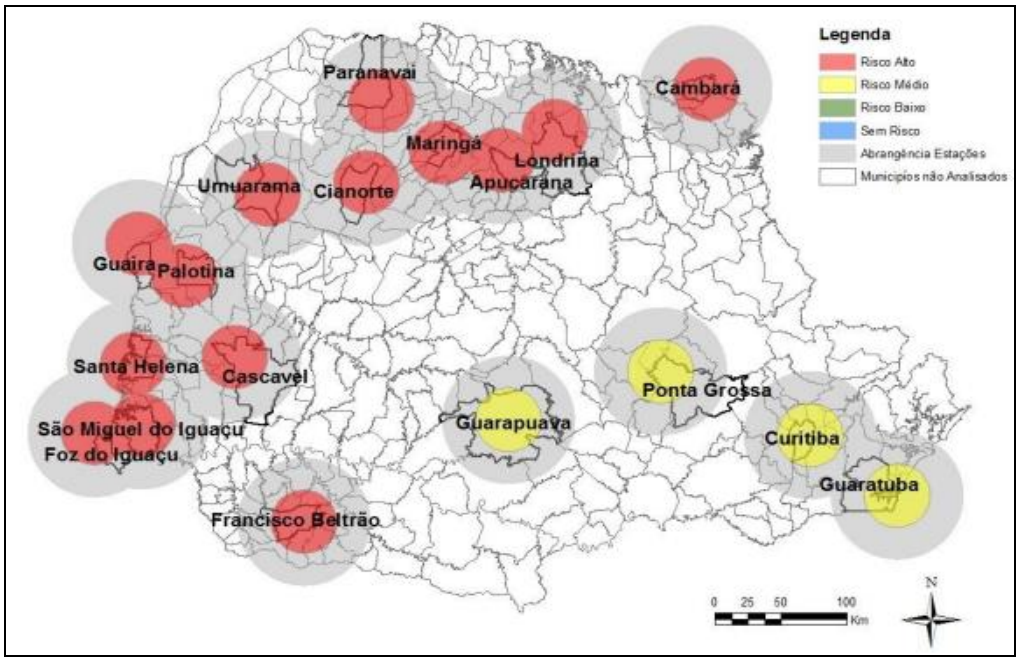
Figura 27 - Valores de risco climatológico para dengue.

Risco	Temperatura	Precipitação	Período
Alto risco	Prevalência (em horas) da temperatura máxima e mínima entre 22°C e 30°C	Excedendo 10 mm / dia	72-120 horas (antes ou depois da chuva)
Médio risco	Prevalência (em horas) de temperaturas mínimas entre 20 e 22°C e máximas entre 30 e 32°C	Excedendo 20 mm / dia	120-168 horas (antes ou depois da chuva)
Baixo risco	Prevalência (em horas) de temperaturas mínimas entre 18 e 20ºC e máximas entre 32 e 34°C.	Excedendo 30 mm / dia	Mais que 168 horas (antes ou depois da chuva)
Sem risco	Prevalência (em horas) de temperaturas mínimas abaixo de 18ºC e máximas acima de 34°C	Chuva contínua ou sem chuva	-

Fonte: Extraido de Roseghini (2013).

O Laboratório de Climatologia (UFPR/LABOCLIMA), fornece essas informações sobre as condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento do mosquito *Aedes aegypti*, e apresenta semanalmente os graus de risco para o desenvolvimento do vetor, contribuindo para o planejamento das atividades desse controle pelos municípios (Figura-28).

Figura 28 – Risco climático da dengue por município, no período de 20 a 26/12/2015 - Estado do Paraná



Fonte: Extraído de Paraná (2015).

De acordo com esta escala de mensuração no alto risco para ocorrência de epidemia de dengue a temperatura ideal fica entre 22^0C e 30^0C, corroborando com o resultado deste estudo onde a média da temperatura máxima ficou mais elevada nos meses de verão nos anos não epidêmicos, ficando acima dos limites desejáveis para proliferação do mosquito, enquanto a média da temperatura média nos anos epidêmicos manteve os patamares ideais para alto risco de dengue.

Os resultados mostraram que a pluviosidade e a umidade relativa do ar também foram maiores nos anos epidêmicos caracterizando que o clima é importante para o desenvolvimento da doença, pois as epidemias de dengue ocorrem após o período chuvoso e com a temperatura apresentando alto risco para dengue conforme escala de risco para dengue do SACDENGUE. Demais pesquisa aponta que o uso desta estrutura de alerta climático precoce da dengue associado aos dados epidemiológicos e espaciais pode ser útil para controlar ou conter epidemias de dengue potencialmente explosivas (LOWE, 2016).

6.3 DISCUSSÃO DOS DADOS ANALÍTICOS

Os resultados da regressão linear reforçam os resultados obtidos nos dados descritivos e temporais. Não ocorreu correlação da incidência da dengue com IIP para os anos epidêmicos. Uma das hipóteses para realização deste estudo foi de que o IIP não é um bom preditor do risco de epidemias de dengue e este indicador não reflete a situação no município, justamente o preditor adotado pelo MS que visa identificar os criadouros de mosquitos e o diagnóstico situacional do município, que, com base em seus resultados, direciona ações de controle para as áreas mais críticas (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2005).

Sendo assim o resultado desta pesquisa, confirma esta hipótese, pois não houve correlação da incidência de dengue com o IIP em nenhum dos intervalos pesquisados, nos anos de epidemia, desta maneira podemos inferir que o IIP é pobre em estimar o risco de transmissão da doença, embora seja usado para esse fim.

De acordo com Rivas (2017), O IPP não é bom para medir a abundância de adultos devido à distância entre as fases do ciclo de vida e ao fato de não considerar a produtividade dos recipientes. Além disso a coleta e a identificação das formas imaturas para o cálculo do índice IIP depende de recursos humanos e matérias considerável para inspecionar um número suficiente de casas durante um curto período de tempo. Se esse processo for muito moroso pode levar a uma mudança do ambiente e do mosquito não refletindo as condições específicas que existiam durante a amostragem.

Outros estudos semelhantes também apontam que o IIP não é bom para medir a abundância de adultos devido ao intervalo entre as fases do ciclo de vida do mosquito e o fato de não considerar a produtividade dos recipientes (TUN-LIN, KAY, BARNES, 1995); (FOCKS *et.al*., 2000); (BARBOSA; LOURENÇO, 2010).

Houve correlação da incidência da dengue para os anos de epidemia com o IPA com intervalo de 3 meses (0,004), e não houve relação deste preditor com a dengue para os anos não epidêmicos. Este intervalo de 3 meses deve-se à combinação de diversos fatores como: tempo para o mosquito se infectar com o vírus da dengue, ou seja picar um doente no período de viremia; período de incubação extrínseca (oito a doze dias); tempo para que o mosquito transmitir o vírus (mosquito infectado picar o homem suscetível); período de incubação da doença no homem (de 5 a 15 dias), (PAULA, 2005).

Percebe-se que o MS tem limitações técnicas de planejamento para proceder à introdução desse método de vigilância do vetor da dengue baseado na coleta permanente do mosquito adulto e dos ovos usando a armadilha adultrap ou ovitrampa em substituição aos produtos químicos, como também de IIP e IB.

Estudos apontam para essa tendência atual do uso de armadilhas para captura do mosquito adulto (fêmea), por permitir melhor avaliação da densidade de infestação em relação aos métodos usados convencionalmente baseados na procura por larvas. O resultados desse estudo corrobora com a presente pesquisa, pois mostra que a metodologia utilizada atualmente, para mensurar a infestação de áreas infestadas pelo *Aedes aegypti* que é estimada usando-se o Índice de Infestação Predial (IIP) e o Índice de Breteau (IB) na rotina dos programas de controle da dengue, não são sensíveis para diferenciar os níveis de risco de transmissão da doença. As ações de controle do *Aedes aegypti* no Brasil são realizadas por meio do monitoramento da ocorrência da doença, caracterizando uma inversão na lógica do processo, ocasionando um atraso nas ações de boqueio da doença e consequentemente prevenção da epidemia. Assim sendo, é necessário o desenvolvimento de novas metodologias que possibilitem a detecção precoce do aumento populacional do *Aedes*, para os serviços de vigilância entomológica melhor planejar as ações de controle, de modo a obter maior eficiência. Bem como detectar a ocorrência dos primeiros casos da doença em tempo oportuno para evitar a propagação dos casos e consequentemente a ocorrência de epidemias. (REGIS *et al*., 2000); (ACIOLI, 2006); (MOGI *et al*.,1996); (MARQUES *et al*.,1993).

Um estudo piloto utilizando a armadilha adultrap foi realizado no município em estudo no ano de 2007 e mostrou que o rendimento do uso da armadilha *Adultrap (*capatura fêmea do mosquito adulto*)* se configura como potencial parâmetro de sensibilidade para

avaliar a eficácia do controle vetorial, bem como na descrição dos níveis de transmissão do dengue. Operacionalmente, apresenta vantagem ao utilizar água de torneira para atrair *Aedes aegypti*, é de fácil manipulação e ao mesmo tempo, mostrou-se como importante ferramenta para estudos sobre a eficácia do método, da paridade e isolamento do vírus do dengue, por tratar-se de fêmeas alimentadas com sangue (GOMES *et al.*, 2007).

De acordo com o autor supracitado a armadilha adultrap mostrou-se como um método eficaz de vigilância da dengue, principalmente em situação de baixo nível de infestação, porém sua indicação em programas oficiais do Ministério da Saúde, está preconizada apenas em áreas ainda não infestadas pelo *Aedes aegypti* (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2005).

Os resultados desta pesquisa apontaram uma correlação positiva da incidência de dengue com a umidade relativa do ar em período simultâneo (0,025) nos anos epidêmicos. Dias de chuvas, com intervalo de 1 e 2 meses (anos epidêmicos) e média da temperatura média e média da temperatura máxima, num intervalo de 1 e 2 meses, para os anos epidêmicos e 3 meses para os anos não epidêmicos e pluviosidade com intervalo de 1, 2 e 3 meses (anos epidêmicos).

Com exceção da umidade relativa do ar que teve correlação com a dengue em período simultâneo, os demais preditores climáticos apresentaram correlação com a doença com intervalo a partir de 1, 2, e até 3 meses no caso da pluviosidade.

A influência climática desempenha um papel especial na reprodução do vírus e do mosquito vetor da dengue. Assim, a temperatura, a precipitação e a umidade, possuem uma relação direta na proliferação do mosquito vetor. Estudo realizado em São Luís do Maranhão também teve resultado semelhante a este estudo realizado em Foz do Iguaçu, onde mostrou associação positiva com o número de casos de dengue e a pluviosidade com atraso de três meses (SILVA, 2016).

Uma pesquisa de revisão sistemática realizada em todos os 246 municípios do Estado de Goiás, no período de janeiro 2001 a dezembro 2005, mostrou a associação significativa dos picos da doença com épocas de aumento da pluviosidade. Os casos da dengue apresentaram incremento durante os primeiros quatro meses de cada ano (período de alta pluviosidade) e redução entre junho e setembro (menor pluviosidade), resultados semelhantes também foram encontrados em São José do Rio Preto (Maranhão), Vila das Pedrinhas (SP) e Tupã (SP), Mesmo havendo diferença na dinâmica das chuvas nas várias regiões do país, a maior incidência da doença e níveis de infestação de vetores coincidiu com os meses chuvosos ou intervalos próximos que variaram de 1 a 3 meses (VIANA; IGNOTTI, 20013).

Demais estudos realizados em uma cidade de São Paulo e outra do Paraná, apresentaram resultados semelhantes aos obtidos na presente pesquisa, onde ocorreu uma associação positiva entre dengue, chuvas e temperatura com uma defasagem de dois, três e até quarto meses, ou seja, a chuva e a temperatura de um determinado mês contribuíram para explicar o número de casos da dengue de dois a até quatro meses depois (RIBEIRO *et al*., 2006); (OLIVEIRA *et al*., 2007).

Um estudo também realizado no município de Foz do Iguaçu que avaliou a correlação da incidência da dengue com temperatura e pluviosidade mostrou resultado semelhante em relação a temperatura que teve correlação com aumento no número de casos dois meses depois, porém, não ocorreu o mesmo entre aumento de casos e chuvas, onde a correlação foi insignificante (RIVAS *et al.*, 2017).

Demais estudos como o de Forattine (2002); Depradine e Lovell (2004); Ribeiro *et al*.(2006); Barbosa e Lourenço (2010), tiveram resultados que corrobora com o presente estudo, os quais os demonstraram relação positiva entre variáveis climáticas caracterizadas por chuvas e o aumento do número de casos de dengue dois e três meses, justificado como sendo este o tempo necessário devido a biologia de *Ae. aegypti* e o vírus da dengue, e o tempo até que os casos positivos sejam registrados no sistema de informação para justificar a associação do período com o intervalo de tempo.

O resultado de uma pesquisa de análise de séries temporais da incidência de dengue e sua correlação com variáveis climáticas realizada em Guadalupe e Antilhas Francesas, corroboram com os resultados deste estudo, onde a temperatura melhora as previsões de surtos de dengue melhor que a umidade e a chuva, usando dados climáticos como variáveis independentes poderiam ser facilmente incorporados em um sistema de monitoramento precoce de surtos de dengue com 3 meses de antecedência (GHARBI *et al.,* 2011).

Sendo assim, os resultados desta pesquisa mostram que o geoprocessamento da incidência da dengue, sua associação com fatores climáticos pode contribuir para elaboração de um sistema de vigilância, com implicações relevantes na saúde pública para ajudar na previsão da epidemia de dengue e, portanto, na implementação oportuna, apropriada e eficiente, das atividades de prevenção.

7 PROJETO INOVADOR DO MUNÍCIPIO DE FOZ DO IGUAÇU NAVIGILÂNCIA E MONITORAMENTO DO *AEDES AEGYPTY* E ASSOCIAÇÃO COM RESULTADOS DA PRESENTE PESQUISA

O município de Foz do Iguaçu com iniciativa do CCZ e apoio do Departamento de Vigilância, iniciou em Saúde em 2017 um projeto inovador de vigilância integral e geoprocessamento em entomologia, com vigilância entomológica da fase alada do *A. Aegypti*, por meio o uso de armadilhas adultrap para avaliar a situação de infestação e contaminação do mosquito adulto com arboviroses.

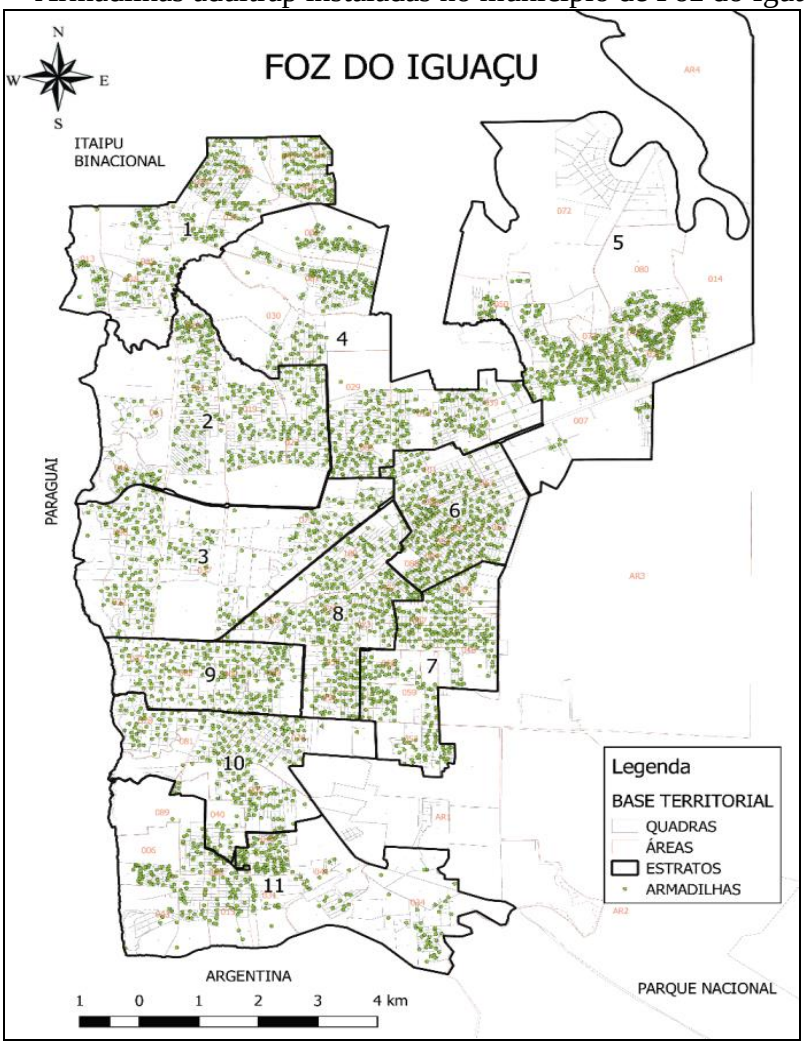
A armadilha patenteada como ADULTRAP®, foi testada e aprovada por projeto financiado pela Secretaria Estadual de Saúde do Paraná (SESA) e também pela Prefeitura de Foz do Iguaçu e executado, pela equipe de entomologia do Estado do Paraná em parceria com o CCZ/Foz do Iguaçu e USP - Universidade de São Paulo. Este equipamento é portátil, é de fácil manuseio, permitindo assim a utilização direta pela população. Ela possibilita a coleta do inseto (fêmea de *Aedes aegypti*) vivo e íntegro e com isso, viabiliza a identificação, isolamento viral e outros estudos que necessitem do inseto nestas condições e também elimina a necessidade de utilização de isca humana A Adultrap é constituída de peças plásticas e de fácil montagem, e pode ser usada sem restrições ambientais (Figura 29), (GOMES *et al*., 2007).

Figura 29 - Armadilha adultrap

Fonte: Extraído de Foz do Iguaçu (2018).

Foram colocadas 3476 armadilhas adrultap, distribuídas em todos os bairros do município (Figura 30). A instalação das armadilhas, bem como o recolhimento dos mosquitos são realizadas pelos agentes de endemia.

Figura 30 - Armadilhas adultrap instaladas no município de Foz do Iguaçu – 2017



Fonte: Foz do Iguaçu (2017b).

O município conta com o apoio do Laboratório de Medicina Tropical onde também são realizados exame de biologia molecular pela técnica de PCR, nos mosquitos capturados o qual detecta se os mosquitos estão infectados pelo vírus da dengue, *chikungunya*, Zika vírus, bem como outras arboviroses reemergentes de interesse em saúde pública que possam estar circulando no município, uma vez que se trata de região de fronteira com grande fluxo de pessoas (Quadro 4).

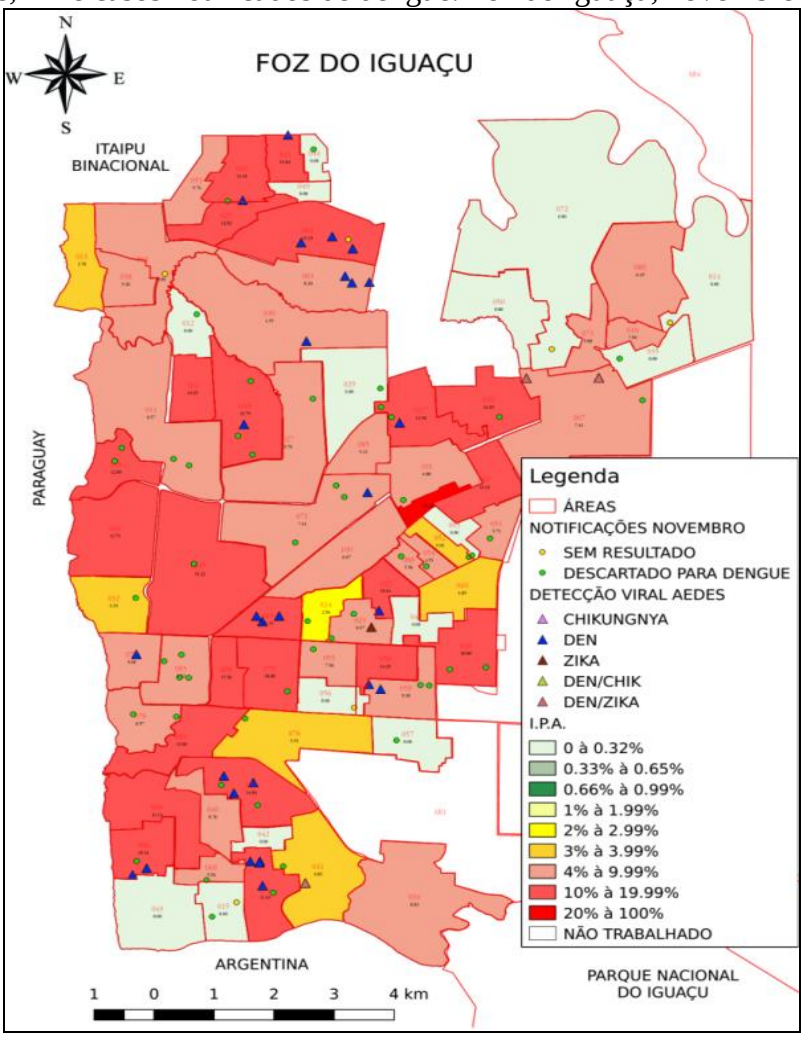
Quadro 4 – dados do monitoramento dos casos de arboviroses em humanos a partir dos resultados positivos de mosquitos contaminados com arboviroses, Foz do Iguaçu, 2017

Mês	**Nº de áreas geográficas com A.a. positivos para arboviroses**	**A.a Dengue positivo**	**A.a Dengue + Zika vírus positivo**	**A.a Dengue + Chik. positivo**	**A.a Chik. positivo**	**A.a Zika vírus positivo**	**Nº de humanos sintomáticos**	**Nº Humanos positivo para arboviroses**
Mar.	08	01	02	01	4	-	-	-
Jul.	07	04	-	-	-	03	24	04 dengues 01 Zika virus
Set.	08	08	-	-	-	-	34	18 dengues
Nov.	18	17	-	-	-	01	-	-
Total	**41**	**30**	**02**	**01**	**04**	**04**	**58**	**23**

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Os resultados positivos de mosquitos contaminados com arboviroses são geoprocessados, identificando as áreas geográficas, de maneira a priorizar as ações de controle do vetor nestas áreas (Figura 31).

Figura 31 – Distribuição das áreas geográficas com presença de *Aedes aegypti* infectados por arbovírus, IIP e casos notificados de dengue. Foz do Iguaçu, novembro de 2017.



Fonte: Extraído de Foz do Iguaçu (2017b).

Os resultados positivos de arboviroses nos mosquitos direcionam o trabalho de busca ativa de humanos sintomáticos para coleta de sangue para realização de exames de PCR ou sorologia IGM para arboviroses, de acordo com o período do início dos sintomas. A busca dos humanos acontece num raio de 150 metros a partir do *Aedes aegypti* positivo.

A execução deste projeto conta com o apoio do Departamento de Vigilância em Saúde e do Centro de Controle de Zoonoses do município de Foz do Iguaçu, de pesquisadores, doutores e mestres das universidades locais, colaboração da UFPR (com sede na capital). A execução prática conta com financiamento da Prefeitura Municipal de Foz do Iguaçu, Grupo de Trabalho da Itaipu Binacional (GT-Itaipu Saúde Binacional) (Brasil e Paraguai) e Hospital Ministro Costa Cavalcanti onde foi inaugurado em 10/01/2017 o Laboratório de Saúde Única do Centro de Medicina Tropical da Tríplice Fronteira (CMT-TF). Neste Laboratório existe equipamentos e insumos necessários, bem como recursos humanos

capacitados para a realização de diagnóstico tanto em amostras humanas quanto animais (mosquitos e reservatórios vertebrados), utilizando técnicas de biologia molecular avançadas. Mais recentemente este projeto foi implantado também no Paraguai com previsão de expansão para outros países da América do Sul. O desenvolvimento deste projeto de pesquisa tem propiciado o desenvolvimento de uma metodologia inovadora e eficiente para o controle de forma oportuna do vetor, oferecendo ao poder público uma ferramenta eficaz que visa a redução de casos humanos de doenças provocadas pelos principais arbovírus de maneira a contribuir com a estruturação e consolidação de novas ações de vigilância das arboviroses de interesse em Saúde Pública em áreas vulneráveis à emergência e emergência das mesmas (FOZ DO IGUAÇU, 2017b).

Os resultados desta pesquisa associado a trabalho inovador que do município de Foz do Iguaçu na realização do diagnóstico de arboviroses no mosquito apresentam-se de fundamental relevância, não só para o município em estudo como para os demais municípios da região e as cidades adjacentes dos países de fronteira (Paraguai e Argentina) que apresentam condições climáticas semelhantes. O mapeamento dos casos da doença no mosquito e no homem, a compreensão da distribuição temporal da incidência da doença nos anos epidêmicos e a identificação do período de início da curva de crescimento, associado com os demais resultados desta pesquisa que apontou a correlação da doença com umidade relativa do ar em período simultâneo, média da temperatura máxima e média com intervalo de 1 e 2 meses, pluviosidade com intervalo de 1, 2 e 3 meses e IPA com intervalo de 3 meses. Essas informações apresentam-se como uma importante ferramenta no controle do vetor e consequente prevenção de epidemias de dengue e outras arboviroses transmitidas pelo *Aedes aegypti*. Pois aponta que o intervalo de 3 meses antes do início da epidemia (quando as condições climáticas e entomológicas são ideais), caracteriza-se como o tempo oportuno para realizar as ações de bloqueio e o geoprocessamento aponta as regiões de maior risco onde deve ser priorizada a ações, otimizando os recursos humanos, matérias e financeiros.

Em relação às limitações do estudo, aponta -se três limitações, sendo elas:

a) O uso de dados secundários, no qual se tem um viés da informação, dado a inconsistência dos bancos de dados que depende da qualidade no registro;
b) O uso do estrato como área geográfica da pesquisa, isso ocorreu devido ao fato do CCZ não dispor dos dados entomológica LIRAa por setor censitário. Sendo assim os resultados destas pesquisas por setor censitário poderia especificar melhor a as regiões geográficas do município mais afetadas;

c) Falta de dados climáticos por estratos. Os dados climáticos são fornecidos de forma geral para toda cidade. A obtenção destas variáveis por estratos poderia especificar mais a situação de risco de cada região da cidade e sua correlação com infestação dos vetores e incidência da doença.

CONIDERAÇÕES FINAIS

O Objetivo proposto neste nesta pesquisa de analisar a distribuição espacial e a evolução temporal da incidência da dengue e sua correlação com variáveis entomológicas e climáticas em um município de tríplice fronteira, num período de 10 anos.

Os resultados mostram que as ações de controle de vetor adotas pelos programas ministeriais não tem se demonstrado efetivas para o controle da doença no município, visto que ao longos dos ano o município tem sofrido epidemias com alto índice de incidência de casos, ultrapassando a média de 1000 casos/100mil/habitantes e que acomete todas as regiões da cidade.

Os achados desta pesquisa mostraram que não houve correlação do IIP com a incidência da dengue no período epidêmico, O IPP é indicador preconizado pelo PNCD, para direcionar as ações de campo no controle do vetor, bem como estimar riscos de epidemia, sendo assim fica evidenciado que este indicador não é o mais adequado para esta finalidade.

Ficou evidente que o trabalho de rotina do controle do vetor pautados na detecção, notificação e diagnóstico da doença em humanos e na vigilância entomológica fundamentada em detecção de forma imaturas do vetor *Aedes aegypti* estão sujeitos à subnotificação de casos de doenças transmitidas por este vetor ou à notificação tardia, e à informação imprecisa da infestação vetorial respectivamente, resultando em fatores que tem dificultado a prevenção e o controle destas doenças, exigindo ferramentas de vigilância que permitam a detecção de risco de transmissão de forma oportuna, para que haja potencialização das ações de controle.

A pesquisa aponta para a urgente necessidade da busca por índices entomológicos que melhor possam retratar os riscos de transmissão viral, desta maneira os índices do IPA apresentaram melhores resultados que os índices larvários em predizer risco de epidemias, bem como demonstrou ser uma ferramenta eficaz para detecção do vírus dengue, pois detectou mosquitos infectados mesmo em períodos de baixa transmissão de doença. Desta maneira o IPA surge como um preditor entomológico importante para mensurar os riscos de epidemia por dengue pois ocorreu associação positiva da dengue com este indicador num intervalo de 3 meses.

Verifica-se a importância de vislumbrar novos horizontes para entender a complexidade de fatores que envolve esse processo prevenção e controle da dengue. As medidas de prevenção e controle têm sido ao longo dos tempos prioritariamente direcionados ao controle de mosquito. Porém, a transmissão da doença engloba o vírus, o vetor e o homem, mas as ações de controle são tradicionalmente centradas no vetor.

O clima incluindo média da temperatura média, média temperatura máxima com intervalo de 1 e 2 meses, pluviosidade com intervalo de 1, 2 e 3 meses e a umidade relativa do ar em período simultâneo foram reconhecidamente, os principais fatores a responderem pela incidência da dengue, mas não são, isoladamente, o principal agente causal da doença. Pois a doença está relacionada também com fatores econômicos, sociais, populacionais e culturais.

O intervalo de três meses, em relação ao início das epidemias, mostrou-se o período mais oportuno para iniciar as ações controle do vetor, bem como bloqueio da doença e prevenção de epidemias.

Sendo assim, os resultados desta pesquisa apresenta-se como um instrumento inovador e eficaz e pode ser adotado pelo município em estudo, bem como pelos demais municípios da região de fronteira, o qual demonstrou sua capacidade em avaliar a precocidade da informação relacionadas ao clima e a infestação do vetor responsável pela transmissão da dengue e aumento da incidência da doença, bem como o período ideal para iniciar as ações de controle do mosquito e prevenção da doença. Viabilizando desta forma a tomada de decisão de ações em tempo oportuno e de forma a focalizar as áreas de maior risco e otimizar o serviço de campo nas ações de prevenção das doenças causadas pelo *Aedes aegypti.*

REFERÊNCIAS

ACIOLI, R. V. **O uso de armadilhas de oviposição (ovitrampas) como ferramenta para monitoramento populacional do *Aedes* spp em bairros do** Recife. 2006. 130 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) - Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães, Recife: Fundação Oswaldo Cruz, 2006.

AI-LEEN, G.T.; SONG, R.J. (2000) The use of GIS in ovitrap monitoring for dengue control in Singapore. Dengue Bull 24: p. 110–116. 28. Moloney JM, Skelly C, Weinstein P, Maguire M, Ritchie S (1998) Domestic

ALEXANDER, N.; BALMASEDA, A.; COELHO, I. C. *et al*. Multicentre proscpective study on dengue classification in four South-east Asian and three Latin American countries. **Trop. Med. Int. Health**, Hamburg, v. 16, n. 8, p. 48-936, 2011.

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

AUGUSTO LGS, NOVAES TCP, ABRAHÃO CEC, PAVÃO CA, SOUZA, AC. Avaliação crítica do Programa de erradicação do *Aedes aegypti*: contribuições técnicas para medidas de controle. **Revista do IMIP**, v. 14, n.1, p.90-97, 2000.

AUGUSTO, L. G. S.; CARNEIRO, R. M.; MARTINS, P. H. **Abordagem ecossistêmica em saúde**: ensaios para o controle de dengue. Recife: Universitária da UFPE, 2005.

BARBOSA , G. L.; LOURENÇO, R. W. Análise da distribuição espaço-temporal de dengue e da infestação larvária no município de Tupã, Estado de São Paulo. Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical. v. 2, n. 43, p. 145-151, 2010.

BARBOSA, G. L. Distribuição Espacial dos Indicadores Entomológicos de *Aedes Aegypti* e associação com a ocorrência de casos de Dengue em Município de Médio Porte do Estado de São Paulo. Tese de Doutorado apresentada à Pós-Graduação em Saúde Coletiva da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de CampinasUNICAMP para obtenção do título de Doutor em Saúde Coletiva, área de Concentração em Epidemiologia, 2014. Disponivel: http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=000931921. Acesso em: 27 jul. 2017.

BARCELLOS C.; BASTOS, F. I. Geoprocessamento ambiente e saúde: uma união possível? Cad. Saúde Públ., Rio de Janeiro, v. 12, n. 3, p. 389-397, 1996.

BARRETO, M. L.; TEIXEIRA, M. G. Dengue no Brasil: situação epidemiológica e contribuições para uma agenda de pesquisa. Estudos avançados, São Paulo, v. 22, n. 64, p. 53-72, 2008.

BARRETO, M. L.; TEIXEIRA, M. G.; BASTOS, F. I., et al. Sucessos e fracassos no controle de doenças infecciosas no Brasil: o contexto social e ambiental, políticas, intervenções e necessidades de pesquisa. The Lancet, v. 3, p. 47-60, 2009.

BARRETO, M. L.; CARMO, E. H.; SANTOS, C. A. S.; FERREIRA, L.D.A. "Emergentes", "reemergentes" e "permanecentes":tendências recentes das doenças infecciosas e parasitárias no Brasil. Informe Epidemiológico do SUS, Brasília, v. 5, n. 3, p. 7-17, 1996.

BRAGA, I. A.; VALLE, D. *Aedes aegypti*: histórico do controle no Brasil. **Epidemiologia e serviços de saúde**, Brasília, v. 16, n. 2, p. 113-118, 2007.

BRASIL, Ministério da Saúde, 2018. Disponível em <https://g1.globo.com/bemestar/noticia/2018/07/18/ministerio-confirma-677-casos-de-sarampo-em-seis-estados-do-brasil.ghtml>. Acesso em: 14 ago. 2018.

_____. _____. **Óbitos por Dengue**. Brasil, Grandes Regiões e Unidades Federadas, 1990 a 2016a. Disponível em: <http://portalsaude.saude.gov.br/index.php/situacao-epidemiologica-dados-dengue>. Acesso em: 22 jun. 2017.

_____. _____. **Portal da Saúde,** 2013. Disponível em: <http://portalsaude.saude.gov.br/index.php/profissional-e-gestor/vigilancia/links-vigilancia?start=110>. Acesso em: 27 jun. 2017).

_____. _____.Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. **Diretrizes nacionais para prevenção e controle de epidemias de dengue**. Brasília: Ministério da Saúde, 2009.

_____. _____. (MS). _____. Programa Nacional de Controle da Dengue. Diagnóstico Rápido nos Municípios para Vigilância Entomológica do *Aedes aegypti* no Brasil - LIRAa. Metodologia para avaliação de índices de Breteau epredial. 1. ed. Brasília: MS; 2005. 58p.

_____. _____. _____. Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. Dengue: diagnóstico e manejo clínico: adulto e criança [recurso eletrônico] / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. 5. ed. Brasília : Ministério da Saúde, 2016.

_____. _____. **Resolução n. 466, de 12 de dezembro de 2012.** Aprova diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos. **Diário Oficial da União**. Brasília, 2012.

_____. _____. **A sociedade contra a dengue**. Brasília: Ministério da Saúde, 2002.

_____. _____. **Instruções para pessoal de combate ao vetor**: manual e normas técnicas. Brasília: Ministério da Saúde, 2001.

_____. _____.Secretaria de Vigilância em Saúde. **Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN)**. Disponível em: <http://dtr2004.saude.gov.br/sinanweb/>. Acesso em: 01 jun. 2015.

_____. _____. _____. Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. **Levantamento Rápido de Índices para *Aedes Aegypti* (LIRAa) para vigilância entomológica do *Aedes aegypti* no Brasil**: metodologia para avaliação dos índices de Breteau e Predial e tipo de recipientes. Brasília: Ministério da Saúde, 2013.

_____. _____._____. **Guia de vigilância epidemiológica**. 5. ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2005.

_____. Ministério da Saúde Programa Nacional de controle da dengue. Brasília, 27p. 2002.

_____. _____. Óbitos por Dengue. **Brasil, Grandes Regiões e Unidades Federadas, 1990 a 2016b.** Disponível em: <http://portalsaude.saude.gov.br/index.php/situacao-epidemiologica-dados-dengue>. Acesso em: 22 jun. 2017.

BUILDING INFESTATION INDEX for *Aedes aegypti* and occurrence of dengue fever in the municipality of Foz do Iguaçu, Paraná, Brazil, from 2001 to 2016.

CÂMARA, F. P. *et al*. Estudo retrospectivo (histórico) da dengue no Brasil: características regionais e dinâmicas. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, Brasília, v. 40, n. 2, p. 192-196, 2007.

CÂMARA, G. *et al*. Análise espacial e geoprocessamento. In: CÂMARA, G. et al. **Análise espacial de dados geográficos**. Brasília: EMBRAPA, 2004. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/analise/cap1-intro.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2017.

CAMARGO, E. P. Doenças tropicais. **Estud. av.**, São Paulo, v. 22, n. 64, p. 95-110, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142008000300007&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 15 jan. 2017.

CAMPBELL-LENDRUM, D.; CORVALÁN, C. Climate Change and Developing-Country Cities: Implications For Environmental Health and Equity. **J Urban Health,** v.84, n.S1, p. 109-17, 2007.

CATÃO, R. de C. **Dengue no Brasil:** abordagem geográfica na escala nacional. São Paulo: Cultura acadêmica, 2012.

CAVALCANTE, M. P. R. Distribuição Espacial Da Dengue Nas Áreas Urbanas E Peri urbanas De Palmas De 2008-2010, Segundo Ótica Geodésica. Dissertação (Doutorado) Universidade De Brasília Faculdade De Ciências Da Saúde Programa De Pós Graduação Em Ciências Da Saúde. Disponível em: repositorio.unb.br/handle/10482/15101. Acesso em: 07/07/2017.

COSTA, C. A.; FAÇANHA, G. P. Sorotipos virais da dengue identificados em crianças de Manaus, Estado do Amazonas, 2008. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical,** v. 44, n. 2, p. 249-251, 2011.

COSTA, J. V.; DONALISIO, M. R.; SILVEIRA, L. V. A. Spatial distribution of dengue incidence and socio-environmental conditions in Campinas, São Paulo State, Brazil, 2007.**Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 29, n.8, p. 1522-1532, 2013.

COSTA, M. A. R. A ocorrência **do *Aedes aegypti* na Região Noroeste do Paraná**: um estudo sobre a epidemia da dengue em Paranavaí, 1999, na perspectiva da Geografia Médica. 2001. 214 f. Dissertação (Mestrado em Institucional em Geografia). Universidade Estadual Paulista. Faculdade Estadual de Educação Ciências e Letras de Paranavaí, Presidente Prudente, 2001.

DEPRADINE, C.; LOVELL, E. Variáveis climatológicas e incidência de dengue em Barbados. **Int J Environ Health Res.** v.14, n.6, p, 429-41, 2004.

DIAS, L. B. A.; ALMEIDA, S. C. L.; HAES, T. M. *et al*. Dengue: transmissão, aspectos clínicos, diagnóstico e tratamento. **Medicina**. Ribeirão Preto, v. 43, n. 2, p. 52-143, 2010.

Disponível em: <http://www.anppas.org.br//encontro/segundo/papers/papers.html#2>. Acesso em: jul. 2018.

EISEN, L.; LOZANO-FUENTES, S. Use of mapping and spatial and space-time modeling approaches in operational control of *Aedes aegypti* and dengue. **PLoS neglected tropical diseases**, v. 3, n. 4, p. e411, 2009.

FIGUEIREDO, L.T.M. Dengue in Brazil. **Rev. Soc. Bras. Med. Trop.**, Uberaba, v. 45, n. 3, p. 285, June 2012 . Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0037-86822012000300001&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 16 Jan. 2019.

FLAUZINO, R.F.; SOUZA-SANTOS, R.; OLIVEIRA, R.M. Dengue, geoprocessamento e indicadores socioeconômicos e ambientais: um estudo de revisão. **Rev Panam Salud Publica**, v.25, n.5, p.456–61, 2009.

FOCKS, D. A. *et al*. Limiares de transmissão de dengue em termos de pupas de *Aedes Aegypti* por pessoa com discussão de sua utilidade nos esforços de redução de fonte. **Am J Trop Med Hyg**. v. 62, n. 1, p. 11-8, 2000;

FOZ DO IGUAÇU. Prefeitura Municipal de Foz do Iguaçu. Secretaria Municipal de Saúde. Departamento de Vigilância em Saúde. **Centro de Controle de Zoonoses**, 2017b.

_____. Prefeitura Municipal de Foz do Iguaçu. **História da cidade**. Disponível em: <http://www.pmfi.pr.gov.br/conteudo/?idMenu=1007 >. Acesso em: 10 mar. 2018.

_____. Secretaria Municipal de Saúde. Departamento de Vigilância em Saúde. **Serviço de Vigilância Epidemiológica**,2017a.

FRENK, J. *et al*. La transición epidemiológica en América Latina. **Boletin de la Oficina Sanitaria Panamericana** , Washington, D.C., v. 111, n. 6, p. 96- 485, 1991.

GHARBI, M. et al. Time series analysis of dengue incidence in Guadeloupe, French West Indies: forecasting models using climate variables as predictors. BMC infectious diseases, 11, 166, 2011. DOI:10.1186/1471-2334-11-166.

GOLDSTEIN, R. A. *et al.* A experiência de mapeamento participativo para a construção de uma alternativa cartográfica para a ESF. **Ciência e Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 18, p. 45-56, 2013.

GOMES, A. de C. *et al*. Especificidade da armadilha Adultrap para capturar fêmeas de *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). **Rev. Soc. Bras. Med. Trop.**, Uberaba , v. 40, n. 2, p. 216-219, Apr. 2007 . disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0037-86822007000200014&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 09 Jan. 2019. DOI. http://dx.doi.org/10.1590/S0037-86822007000200014.

GOMES, A. F.; NOBRE, A. A.; CRUZ, O. G. Temporal analysis of the relationship between dengue and meteorological variables in the city of Rio de Janeiro, Brazil, 2001-2009.**Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 28, n. 11, p. 2189-2197, 2012.

GOMES, Almério de Castro et al . Especificidade da armadilha Adultrap para capturar fêmeas de *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). **Rev. Soc. Bras. Med. Trop**., Uberaba, v. 40, n. 2, p. 216-219, 2007.

HALES, S. *et al*. Potential effect of population and climate changes on global distribution of dengue fever: an empirical model. Lancet v. 36, n. 9336, p. 830-4, 2002.

HALSTEAD; S. B. Dengue. **Lancet** , London, v. 370, n. 9599, p. 52-1644, 2007.

HEMMER, C.J. *et al*. Global warming: trailblazer for tropical infections in Germany? Dtsch Med Wochenschr, v. 132, n. 48, p. 2583-9, 2007.

IBGE. **Censo demográfico 2000**: resultados da amostra, agregado de áreas de ponderação (microdados). Rio de Janeiro: IBGE, 2008. 1 CD-ROM.

INFORME TÉCNICO 37. Período 2015/2016 Semana Epidemiológica (SE) 31/2015 a30/2016.

KALAYANAROOJ, S.; VAUGHN, D.W.; NIMMANNITYA, S. et al. Early clinical and laboratory indicators of acute dengue illness. **J Infect Dis**., Chicago, v. 176, p. 21-313, 1997.

KHORMI, A; KUMAR, L. The importance of appropriate temporal and spatial scales for dengue fever control and management. **Science of the Total Environment**, n. 430, p. 144-149, 2012.

KOURI, G.; GUZMÁN, M. G.; BRAVO, J. Dengue hemorrágico en Cuba: crônica de uma epidemia. **Boletin de La Oficina Sanitaria Panamericana**, Washington, D.C., v. 100, n. 3, p. 9-322, 1986.

LAI, S. *et al*. The changing epidemiology of dengue in China, 1990-2014: a descriptive analysis of 25 years of nationwide surveillance data. **BMC medicine**, v. 13, n. 1, p. 100, 2015.

LEFÈVRE, A. M. C. *et al*. Representações sobre dengue, seu vetor e ações de controle por moradores do Município de São Sebastião, Litoral Norte do Estado de São Paulo, Brasil. **Cad. Saúde Pública**, São Paulo, v. 23, n. , p. 1696-1796, 2007.

LENHART, A. *et al*. Insecticide- treated bednets to control dengue vectors: preliminary evidence from a controlled trial in Haiti. **Tropical Medicine & International Health**, v. 13, n. 1, p. 56-67, 2008.

LOWE, R. *et al*. Evaluating probabilistic dengue risk forecasts from a prototype early warning system for Brazil. **Elife**, v. 5, p. e11285, 2016.

LUNA, E. J. A. A emergência das doenças emergentes e as doenças infecciosas emergentes e reemergentes no Brasil. **Rev. bras. Epidemiol.**, São Paulo, v. 5, n. 3, p. 229-243, 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-790X2002000300003&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 4 abr. 2017.

MARQUES, C. C. A. *et al*. Estudo comparativo da eficácia de larvitrampas e ovitrampas para vigilância de vetores de dengue e febre amarela. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 27, p. 237-241, 1993.

MARTELLI, C. M. T. *et al*. Economic impact of dengue: multicenter study across four brazilian regions. Plos Neglected Tropical Diseases. Disponível em: <http://journals.plos.org/plosntds/article?id=10.1371/journal.pntd.0004042>. Acesso em: ago. 2016.

MARTÍN, J. L. S. *et al*. The Epidemiology of Dengue in the Americas Over the Last Three Decades: A Worrisome Reality. **American Journal of Tropical Medicine and Hygiene,** v. 1, n. 82, p. 128-135, 2010.

MENA, N. *et al*. Factores associados com la incidência de dengue en Costa Rica. **Revista Panamericana de Salud Publica**, v. 4, n. 29, p. 234- 42, 2011.

MENDONÇA, F. A.; SOUZA, A. V.; DUTRA, D. A. Saúde Pública: urbanização e dengue no Brasil, **Revista Sociedade e Natureza**, Uberlândia, v. 21, n. 3, p. 257-269, 2009.

MENDONÇA, F.; PAULA, E. V.; OLIVEIRA, M. M. F. **Aspéctos sócios ambientais da expansão da dengue no Paraná**. Paraná, 2003. Disponível em: <http://www.anppas.org.br/encontro_anual/encontro2/GT/GT12/anpas_dengue.pdf>. Acesso em: 6 maio 2017.

MENDONÇA, F.; PAULA, E. V.; OLIVEIRA, M. M. F. Aspectos sócios-ambientais da expansão da dengue no Paraná. I n: ENCONTRO DO ANPPAS, 2, 2004, Indaiatuba.

MENDONÇA, F.; PAULA, S.V. de. Análise geográfica da dengue no Paraná e em Curitiba no período 1995-2002: um enfoque climatológico. In: Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica, 5, Curitiba, 2002.

MOGI, M. et al. Journal of Inter – and Intraspecific Variation in Resistence to Desiccation by Adult *Aedes* (Stegomyia) spp. (Diptera: Culicidae) from Indonésia. **Journal Medical Entomology**, Honolulu, v. 33, p. 53 – 57, 1996. Disponível em: <https://academic.oup.com/jme/article-abstract/33/1/53/883225/Inter-and-Intraspecific-Variation-in-Resistance-to>. Acesso em: 12 abr. 2017.

MORATO, D. G. **Trajetória espaço-temporal da epidemia de dengue em Jequié-BA**. 2012.

MOREIRA, A. OMS estima que dengue pode infectar 390 milhões por ano no mundo. Valor Econômico. Disponível em: <http://www.valor.com.br/brasil/3505186/oms-estima-que-dengue-pode-infectar-390-milhoes-por-anono-mundo> Acesso em: ago 2016.

MOREL, Carlos M.. Inovação em saúde e doenças negligenciadas. **Cad. Saúde Pública**, São Paulo, v. 22, n.8, p.1522-1523, 2006.

NOGUEIRA, R. M. N.; ARAÚJO, J. M. G.; SCHATZWAYR, H. G. Dengue viruses in Brazil, 1986-2006. Revista Panaméricana de Salud Publica, n. 22, v. 5, p. 358-363, 2007.

NOVAES, T. C. P. Implicações no uso de produtos químicos para o controle vetorial em dengue. In: 45ª CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE MEDICINA TROPICAL, Recife, 2009.

OLIVEIRA, C.L. et al. Incidência da dengue relacionada às condições climáticas no município de Toledo – PR. **Arq Ciências Saúde UNIPAR**, v.11, n.3, p. 211-6, 2007.

OLIVEIRA, M. A. DE; RIBEIRO, H.; CASTILLO-SALGADO, C. Geospatial analysis applied to epidemiological studies of dengue: a systematic review. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 16, p. 907-917, 2013.

OLIVEIRA, R.M. A dengue no Rio de Janeiro: repensando a participação popular em saúde. Cadernos de Saúde Pública, Rio de Janeiro, n. 14(Sup. 2). p. 69-78 , 1998.

OMRAN, A.R. The epidemiologic transition: a theory of the epidemiology of population change. **Milbank Memorial Fund**, New York, v. 49, n. 4, 38-509, 1971.

OP DE FORATTINI. **Culicidologia Médica:** Identificação, Biologia e Epidemiologia. 2. ed. São Paulo: EDUSP, 2002. 860p.

OPAS. Organização Panamericana de Saúde. Avanços para superar o impacto global de doenças tropicais negligenciadas. Primeiro relatório da OMS. OPAS, 2012.

OSANAI, C. H. et al. Surto de dengue em Boa Vista, Roraima. **Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**, São Paulo, v. 1, p. 53-54, 1983.

PAIXÃO, E.S. et. al. Instituto de Saúde Coletiva, Universidade Federal da Bahia, Salvador, Bahia, Brasil. 2 London School of Hygiene and Tropical Medicine, Londres, Reino Unido.

PAIXÃO, *et al*. **Rev. Soc. Bras. Med. Trop**. Uberaba v.48 n.4 jul/ago., 2015 Http://dx.doi.org/10.1590/0037-8682-0145-2015

PARANÁ. Secretaria Estadual de Saúde. Governo do Estado do Paraná. Secretaria de Estado da Saúde (SESA), Disponível em: <www.saude.pr.gov.br/arquivos/File/MANUAL_VACINA_DENGUE_FINAL.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2017a.

PARANÁ. Secretaria Estadual de Saúde. Governo do Estado do Paraná. Superintendência de Vigilância em Saúde. Sala de Situação em Saúde. **Informe técnico 25**. Disponível em: <http://www.dengue.pr.gov.br/arquivos/File/DengueInformeTcnico25_2016_2017atSE062017_ZIKA_CHIKUNGUNYA_novatabelaCHIKUN_ZIKA_2017_02_13divulgado.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2017b.

PARANÁ. Secretaria Estadual de Saúde. Governo do Estado do Paraná. Superintendência de Vigilância em Saúde. Sala de Situação em Saúde. **Informe técnico 37**. Disponível em: http://www.dengue.pr.gov.br/arquivos/File/DengueInformeTcnico37_2015_2016atSE302016_ZIKA_CHIKUNGUNYA_novatabelaCHIKUN_ZIKA_2017_02_22divulgado_final__1.pdf. Acesso em: 23 de julho. 2018.

PAULA, E. V. *et al*. **Clima e dengue**: abordagem introdutória da evolução da dengue na região Sul do Brasil. 2005. 177f. Dissertação (Mestrado Geografia) – Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

PEDRO LUIZ TAUIL. Perspectivas de controle de doenças transmitidas por vetores no Brasil. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v.18, n.3, p.867-871, mai-jun, 2002.

PEREIRA, B. S. *et al.* O papel da vigilânica epidemiológica no combate a dengue. **C&D Revista Eletrônica da Fainor**, Vitória da Conquista, v. 4, n. 1, 87-101, 2011.

POUNGPAIR, O. *et al*. Generation of human single-chain variable fragment antibodies specific to dengue virus non-structural protein 1 that interfere with the virus infectious cycle. Mabs, v. 6, n. 2, p. 474–482, 2014. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3984335/>. Acesso em: 15 abr. 2016.

POUNGPAIR, O. *et al.* Generation of human single-chain variable fragment antibodies specific to dengue virus non-structural protein 1 that interfere with the virus infectious cycle. Mabs v.6, n.2, p. 474–482, 2014. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3984335/>. Acesso em: 15 abr. 2016.

PRINCIPAIS ARTIGOS Tendências e fatores associados à mortalidade e mortalidade da dengue no Brasil

REGIS, L. et al. Efficacy of Bacillus sphaericus in control of the filariasis vector Culex quinquefasciatus in urban area of Olinda, Brasil. **Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene**, London, v. 94, p. 488-492, 2000.

REITER, P. DengueTools: innovative tools and strategies for the surveillance and control of dengue. **Glob Health Action**, v.5, p. 17273, 2012, DOI: 10.3402/gha.v5i0.17273.

REITER, P. *et al.* Texas lifestyle limits transmission of dengue virus. **Emerg Infect Dis,** v.9, p. 86–89, 2003.

RIBEIRO, A. F. *et al*. Associação entre incidência de dengue e variáveis climáticas. **Revista de Saúde Pública,** v. 4, n. 40, p. 671-676, 2006.

RODHAIN, F. Domrées recents sur l'epidemiologie de l'encephalite Japonaise. **Bulletin Académie Nationale de Médecine**, Paris, v.180, n. 6, p. 1325-1340, 1996.Disponível em: <https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt->. Acesso em: 09 abr. 2017.

ROSEGHINI, W. F. F. Clima urbano e dengue no centro-sudoeste do Brasil. Curitiba, 2013. 151f. : il. color.; 30 cm. Tese (doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências da Terra, Programa de Pós-graduação em Geografia, 2013.

SANCHEZ, L. *et al*. *Aedes aegypti* larval indices and risk for dengue epidemics. **Emerg Infect Dis** v.12, p. 800–806, 2006.

SANTOS, S.L. Avaliação das Ações de Controle da Dengue: aspectos críticos e percepção da população. Estudo de caso em um município do Nordeste [Dissertação]. Recife: Departamento de Estudos em Saúde Coletiva/NESC/CPqAM/FIOCRUZ; 2003. Disponível em:<Http://dtr2001.saúde.gov.br/bvs/premio/pdf/SOLANGE%20LAURENTINOdissertação. pd f >. Acesso em: 09 abr. 2018.

SILVA, F. D. *et al*. Temporal relationship between rainfall, temperature and occurrence of dengue cases in São Luís, Maranhão, Brazil. **Ciencia & saude coletiva**, v. 21, p. 641-646, 2016.

SILVA, T. D.; ALMEIDA, G. R. A Relação entre a Dengue e condições sócioambientais: um estudo ecológico do município de Vitória, ES. Utilizando ferramenta de Geoprocessamento. 2008. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnólogo em Saneamento Ambiental). Instituto Federal do Espírito Santo, Vitória, 2008.

SIMMONS, C. P. *et al*. Dengue. **New England Journal of Medicine**, v. 366, n. 15, p. 1423-1432, 2012.

SINGHI, S.; KISSOON, N.; BASNSAL, A. Dengue e dengue hemorrágica: aspectos do manejo na Unidade de Terapia Intensiva. **Jornal de Pediatria**, Rio de Janeiro, v. 83, n. 2, 2007.

SONEGHET, G. P. **Análise da correlação entre índices de controle vetorial e coeficientes de incidência de dengue no município de Anchieta, Espírito Santo, Brasil, 2009 a 2011**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Espírito Santo, 2013.

SULAIMAN, S. *et al*. Relationship between Breteau and house indices and cases of dengue/dengue hemorrhagic fever in Kuala Lumpur, Malaysia. **J Am Mosq Contr Assoc**., v. 12, p. 494–496, 1996.

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

TEIXEIRA, J.J. **O uso das ferramentas geotecnológicas no campo da epidemiologia:** Dois exemplos, duas técnicas, duas escalas. Dissertação (mestrado) Universidade Federal do Rio de Janeiro Centro de Ciências da Saúde Núcleo de Estudos de Saúde Coletiva Departamento de Medicina Preventiva 2011. Disponível: <www.iesc.ufrj.br/posgraduacao/media/tese/1367506027.pdf>. Acesso em: 25 jul. 2017.

TEIXEIRA, M. G.; BARRETO, M. L.; GUERRA, Z. Epidemiologia e medidas de prevenção do dengue. **Informe Epidemiológico do Sistema Único de Saúde**, Brasília, v. 8, p. 5-33, 1999.

TEIXEIRA, M.G. *et al*. Dengue: twenty-five years since reemergence in Brazil. **Cadernos de Saúde Pública,** Rio de Janeiro, n. 25, sup. 1, p. 557-510, 2009.

THAMMAPALO, S. *et al*. Environmental factors and incidence of dengue fever and dengue haemorrhagic fever in an urban area, Southern Thailand. Epidemiol Infect, v. 136, p.135–143, 2008.

TIMERMAN, A. *et al*. Primeiro painel de atualização em dengue. **Rev. Panam. Infectol.**, São Paulo, v. 2, n.1, p. 44-51, 2009.

TORRES, Eric Martínez. Dengue. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 22, n. 64, p. 33-52, 2008.

TORRES, J. R.; CASTRO, J. The health and economic impact of dengue in Latin America. **Cadernos de Saúde Pública,** Rio de Janeiro, n. 23, sup 1, p. 523-531, 2007.

TUN-LIN, W.; KAY, B.H.; BARNES, A. Compreender a produtividade, uma chave para a vigilância do *Aedes aegypti* . **Am J Trop Med Hyg.** v. 53, n.6, p. 595-601, 1995.

VALÉRIE, R.L. *et al*. Modeling tools for dengue risk mapping - a systematic review*Jornal Internacional de Saúde Geographics* v.13, n. 50, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/1476-072X-13-50 > Licenciada BioMed Central Ltd. 2014.

VASILAKIS, N. *et al*. Potential of ancestral sylvatic dengue-2 viruses to re-emerge. **Virology**, v. 358, n. 2, p. 402-412, 2007.

VIANA, D. V.; IGNOTTI, E. A ocorrência da dengue e variações meteorológicas no Brasil: revisão sistemática. **Rev. bras. epidemiol.**, São Paulo , v. 16, n. 2, p. 240-256, June, 2013 . Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-790X2013000200240&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 28 nov. 2018. http://dx.doi.org/10.1590/S1415-790X2013000200002.

VIANA, D. V.; IGNOTTI, E. The ocurrence of dengue and weather changes in Brazil: A systematic review. Revista Brasileira de Epidemiologia, 2013 16(2): 240-56

VITA, W. P., et al. Dengue: alertas clínicos e laboratoriais da evolução grave da doença. **Revista Brasileira de Clínica Médica**, v.7, n.1, p.11-14, 2009. Disponível em: <http://publicaciones.ops.org.ar/publicaciones/piezas%20comunicacionales/cursodenguebsas 2009/Bibliograf%C3%ADa%20B%C3%A1sica/14_Wendell-Dengue.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2016.

WANG, Eryu et al. Evolutionary relationships of endemic/epidemic and sylvatic dengue viruses. **Journal of virology**, v. 74, n. 7, p. 3227-3234, 2000.

WILDER-SMITH, A. *et al*. Threat of dengue to blood safety in dengue-endemic countries. Journal Lid Emergency Infect Diseases. **National Center for Biotechnology Information**, Bethesda, v.15, n.1, p. 8-11, 2009. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2660677/>. Acesso em: 10 mar. 2017.

WILLIAMS, C. R.*et. al.* Bionomic response of *Aedes aegypti* to two future climate change scenarios in far north Queensland, Australia: implications for dengue outbreaks. **Parasites & Vectors,** *7*, 447, 2014. Disponível em: <http://doi.org/10.1186/1756-3305-7-447 Acesso em: 10 mar. 2017.

WILLIAMS, C. R.*et. al*. Bionomic response of *Aedes aegypti* to two future climate change scenarios in far north Queensland, Australia: implications for dengue outbreaks. **Parasites & vectors**, v. 7, n. 1, p. 447, 2014.

WILSON, M. E.; CHEN L.H. Dengue in the Americas. **Dengue Bulletin**, Cambridge, v. 26, p. 44-61, 2002. Disponível em: <http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/163755/1/dbv26p44.pdf?ua=>. Acesso em: 10 mar. 2017.

WOLFE, N. D. *et al*. Sylvatic transmission of arboviruses among Bornean orangutans. **The American journal of tropical medicine and hygiene**, v. 64, n. 5, p. 310-316, 2001.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Dengue: guidelines for diagnosis, treatment, prevention and control. 2009. 160p.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Our Cities, our health our future**: action on social determinants of health on human health. A synopsis of the Report the Knowledge Network on

Urban Settings to the Who Commission on Social Determinants of Health, 2008. Disponível em: <http://www.who.int/social_determinants/resources/knus_final_report_052008.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2017.

YI, J. L. R. *et al*. Análise Espacial da distribuição e dinâmica da violência na cidade de São Paulo entre os anos de 1996 e 1999. **Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais**, São José dos Campos, 2000. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/geopro/exclusao/violencia.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2017.