

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENFERMAGEM
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SAÚDE COLETIVA

PAOLA GRACIELA DOS SANTOS MORAIS

PERFIL EPIDEMIOLÓGICO DA DENGUE E SUA RELAÇÃO COM O FENÔMENO
EL NIÑO-OSCILAÇÃO SUL NA REGIÃO METROPOLITANA DE PORTO
ALEGRE/RS, 2007 A 2019

PORTO ALEGRE

2023

PAOLA GRACIELA DOS SANTOS MORAIS

PERFIL EPIDEMIOLÓGICO DA DENGUE E SUA RELAÇÃO COM O FENÔMENO
EL NIÑO-OSCILAÇÃO SUL NA REGIÃO METROPOLITANA DE PORTO
ALEGRE/RS, 2007 A 2019

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Mestra em Saúde Coletiva da Escola de Enfermagem da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Orientadora: Profa. Dra. Aline Blaya Martins

Área de concentração: Saúde Coletiva

Linha de Pesquisa: Estudos epidemiológicos

PORTO ALEGRE
2023

CIP - Catalogação na Publicação

dos Santos Morais, Paola Graciela
PERFIL EPIDEMIOLÓGICO DA DENGUE E SUA RELAÇÃO COM O
FENÔMENO EL NIÑO-OSCILAÇÃO SUL NA REGIÃO METROPOLITANA
DE PORTO ALEGRE/RS, 2007 A 2019 / Paola Graciela dos
Santos Morais. -- 2023.
79 f.
Orientadora: Aline Blaya Martins.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do
Rio Grande do Sul, Escola de Enfermagem, Programa de
Pós-Graduação em Saúde Coletiva, Porto Alegre, BR-RS,
2023.

1. Dengue. 2. Epidemiologia Descritiva. 3. Fenômeno
El Niño - Oscilação Sul. 4. Doença Tropical
Negligenciada. I. Blaya Martins, Aline, orient. II.
Titulo.

PAOLA GRACIELA DOS SANTOS MORAIS

**PERFIL EPIDEMIOLÓGICO DA DENGUE E SUA RELAÇÃO COM O
FENÔMENO *EL NIÑO*-OSCILAÇÃO SUL NA REGIÃO METROPOLITANA DE
PORTO ALEGRE/RS, 2007 A 2019**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Saúde Coletiva da Escola de Enfermagem da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Saúde Coletiva

Aprovada em Porto Alegre, 29 de junho de 2023.

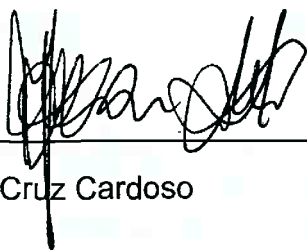
BANCA EXAMINADORA



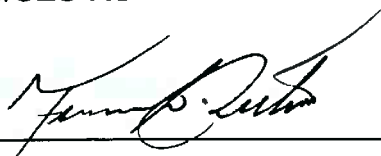
Prof.^a. Dr.^a. Aline Blaya Martins
Presidente da Banca – Orientadora
PPGCol/UFRGS



Prof.^a. Dr.^a. Luciane Maria Pilotto
Membro da banca
PPGCol/UFRGS



Prof. Dr. Jáder da Cruz Cardoso
Membro da banca
CEVS/SES-RS



Prof. Dr. Fernando Ritter
Membro da banca
SMS/POA/PUC/RS

AGRADECIMENTOS

A todos que me acompanharam ao longo desta longa jornada, entre altos e baixos, familiares, amigos, colegas de serviço e, em especial, à orientadora e amiga, Prof^a Aline Blaya Martins pela coragem, sabedoria e por ensinar a partir de seu exemplo como é possível o fazer saúde com humanização e afeto.

À Divisão de Vigilância Ambiental em Saúde do Centro Estadual de Vigilância em Saúde – DVAS/CEVS-RS, na pessoa de suas chefias de divisão e seções, pelo incentivo, compreensão e apoio na reta final de análise de dados e escrita.

Ao Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, pela oportunidade.

**“O otimista é um tolo.
O pessimista, um chato.
Bom mesmo é ser um realista esperançoso.”**
(Ariano Suassuna)

Morais PGS. Perfil epidemiológico da dengue e sua relação com o fenômeno *El Niño-Oscilação Sul* na Região Metropolitana de Porto Alegre/RS, 2007 a 2019. [dissertação]. Porto Alegre: Escola de Enfermagem, Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2023.

RESUMO

Introdução: A dengue é a arbovirose de maior importância em Saúde Pública e mesmo assim é considerada uma doença negligenciada pela OMS. É uma doença febril aguda transmitida pelo mosquito *Aedes aegypti* que necessita de condições de calor e umidade para se reproduzir. Na Região Metropolitana de Porto Alegre/RS, o Fenômeno Climático *El Niño-Oscilação Sul*, nos seus episódios de calor, provoca o aumento da temperatura e da pluviosidade, condições ideais para a proliferação do mosquito. **Objetivos:** Avaliar o perfil epidemiológico da dengue na Região Metropolitana de Porto Alegre/RS e sua relação com o fenômeno *El Niño-Oscilação Sul* no período de 2007 a 2019. **Metodologia:** Estudo descritivo transversal, com abordagem quantitativa e tendência temporal. A coleta de dados epidemiológicos foi realizada no Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN), e a coleta de dados de anomalias da temperatura da superfície do mar (TSM) foram disponibilizados pela Administração Nacional Oceânica e Atmosférica (NOAA). Foram realizados testes de correlação de Pearson e Spearman com o *software* R. **Resultados e discussão:** Foram notificados, no período estudado, 2642 casos de dengue sendo que a incidência foi relativamente baixa na maioria dos períodos. A distribuição entre os sexos foi quase igualitária, a maioria dos pacientes se autodeclarou branco e negou estar gestante. A faixa etária mais acometida foi a de 20 a 39 anos e a forma mais prevalente foi a dengue clássica com desfecho de cura. A maioria dos casos foi autóctone e foi encontrada uma correlação positiva de aproximadamente 0,3 entre os episódios de calor do *El-Niño* e o aumento da incidência dos casos. **Aplicabilidade no campo da Saúde Coletiva:** É de suma importância saber qual a população está mais suscetível a doença e os fatores que mais impactam para que possam ser feitas políticas públicas mais efetivas. **Considerações finais:** Ficou evidente que houve correlação positiva com o aumento da incidência da doença, apesar dos fenômenos climáticos serem apenas parte dos determinantes.

Palavras-chave: Dengue, Epidemiologia Descritiva, Fenômeno *El-Niño-Oscilação Sul*

Morais PGS. Epidemiologic profile of dengue and its relationship with the El-Niño-Southern Oscillation phenomenon in the Metropolitan Region of Porto Alegre/RS, 2007 a 2019. [dissertation]. Porto Alegre: Escola de Enfermagem, Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2023.

ABSTRACT

Introduction: Dengue is the most important arbovirus in Public Health and it's considered a neglected disease by the WHO. It's an acute febrile disease transmitted by the *Aedes aegypti* mosquito that needs warm and humid conditions to reproduce. In the Metropolitan Region of Porto Alegre/RS, *El Niño*-Southern Oscillation Climatic Phenomenon causes an increase in temperature and rainfall, ideal conditions for mosquito proliferation. **Objectives:** To evaluate the epidemiological profile of dengue in the Metropolitan Region of Porto Alegre/RS and its relationship with the *El Niño*-Southern Oscillation phenomena in the period from 2007 to 2019. **Methodology:** Cross-sectional descriptive study, with a quantitative approach and temporal trend. The collection of epidemiological data was carried out in the Notifiable Diseases Informations System, available on the Internet by DATASUS and the data sheet on surface temperature anomalies of the sea were available by the National Oceanic and Atmospheric Administration. Pearson and Spearman correlation tests were performed with the R software. **Results and discussion:** During the study period, 2642 cases of dengue were reported with the incidence being relatively low in most periods. Distribution between genders was almost equal, most patients self-declared white and denied being pregnant. The most affected age group was 20 to 39 years old and the most prevalent form was classic dengue with a cure outcome. Most cases were autochthonous and a positive correlation of approximately 0.3 was found between episodes of *El-Niño* heat and the increase in the incidence of cases. **Applicability in the field of Public Health:** It is extremely important to know which population is most susceptible to the disease and the factors that have the greatest impact so that more effective public policies can be made. **Final considerations:** It was evident that there was a positive correlation with the increase in the incidence of the disease, despite climatic phenomena being only part of the determinants. **Keywords:** Dengue, Descriptive Epidemiology, *El Niño*-Southern Oscillation phenomenon

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Imagem microscópica do vírus da dengue	20
Figura 2 –	Composição esquemática e partícula viral do arbovírus humano da dengue.....	21
Figura 3 –	Foto do mosquito <i>Aedes aegypti</i> adulto.....	24
Figura 4 –	Modelo virtual demonstrando acasalamento isolado de casal de <i>Aedes aegypti</i>	25
Figura 5 –	Foto de fêmea de <i>Aedes aegypti</i> repleta de sangue para maturação dos ovos	26
Figura 6 –	A - Ovopostura de fêmea de <i>Aedes aegypti</i>	27
	B - Ovos de <i>Aedes aegypti</i> depositados em superfície	27
Figura 7 –	Distribuição mundial de zonas endêmicas de dengue em 2010.....	29
Figura 8 –	Municípios infestados por <i>Aedes aegypti</i> no Estado do Rio Grande do Sul no ano de 1995.....	34
Figura 9 –	Municípios infestados por <i>Aedes aegypti</i> no Estado do Rio Grande do Sul no ano de 2005.....	35
Figura 10 –	Municípios infestados por <i>Aedes aegypti</i> no Estado do Rio Grande do Sul no ano de 2015.....	36
Figura 11 –	Municípios infestados por <i>Aedes aegypti</i> no Estado do Rio Grande do Sul no ano de 2023.....	36
Figura 12 –	Clima no RS.....	38
Figura 13 –	Mapa da Região Metropolitana de Porto Alegre	42
Figura 14 –	Distribuição percentual da população por Municípios.....	43
Figura 15 –	Áreas de concentração populacional na RMPA.....	44
Figura 16 –	Crescimento regional da população	45
Figura 17 –	Taxa de incidência de casos de dengue por 10 mil habitantes no período de 2007 a 2019	51
Figura 18 –	Número de casos de dengue na Região Metropolitana de Porto Alegre.....	53

Figura 19 –	Percentual de casos de dengue na Região Metropolitana de Porto Alegre, por mês de notificação, no período de 2007 a 2019.....	54
Figura 20 –	Percentual de casos de dengue na Região Metropolitana de Porto Alegre, por critério de confirmação, no período de 2007 a 2019.....	54
Figura 21 –	Percentual de casos de dengue na Região Metropolitana de Porto Alegre, por classificação final, no período de 2007 a 2019.....	55
Figura 22 –	Número de casos de dengue na Região Metropolitana de Porto Alegre, por tipo, no período de 2007 a 2019.....	57
Figura 23 –	Relação entre o número de casos de dengue, agrupados por trimestre móvel e o índice Niño 3.4, Região Metropolitana de Porto Alegre, 2007-2019.....	58
Figura 24 –	Relação entre a raiz quadrada do número de casos de dengue, agrupados por trimestre móvel e o índice Niño 3.4, Região Metropolitana de Porto Alegre, 2007-2019.....	59

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Taxa de incidência, por 10 mil habitantes, dos casos de dengue na Região Metropolitana de Porto Alegre 2007 a 2019.....	50
Tabela 2 –	Caracterização dos casos de dengue na Região Metropolitana de Porto Alegre segundo sexo, faixa etária, raça, escolaridade e se gestante ou não, 2007 a 2019.....	52
Tabela 3 –	Número de casos de dengue na Região Metropolitana de Porto Alegre segundo evolução do desfecho, 2007 a 2019.....	56
Tabela 4 –	Sazonalidade de episódios neutros, de frio e de calor, 2007 a 2019.....	57

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	JUSTIFICATIVA	16
3	OBJETIVOS	19
3.1	GERAL	19
3.2	ESPECÍFICOS	19
4	REFERENCIAL TEÓRICO	20
4.1	DENGUE	20
4.1.1	Vetor.....	23
4.1.2	Histórico da dengue	28
4.1.2.1	No mundo.....	28
4.1.2.2	No Brasil.....	30
4.1.2.3	No Rio Grande do Sul	33
4.2	CLIMA	37
4.2.1	Clima e incidência de doenças.....	38
4.2.2	Fenômeno <i>El Niño</i> -Oscilação Sul (ENOS)	39
5	MATERIAL E MÉTODOS	41
5.1	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	41
5.2	DELINEAMENTO DO ESTUDO.....	46
5.3	COLETA, TRATAMENTO E ANÁLISE DE DADOS	46
5.4	PROCEDIMENTOS ÉTICOS	49
6	RESULTADOS.....	50
7	DISCUSSÃO	60
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS	66
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	68
	ANEXOS	76
	ANEXO 1 – FICHA DE NOTIFICAÇÃO E INVESTIGAÇÃO SINAN.....	77

1 INTRODUÇÃO

Os arbovírus (*arthropod-borne vírus*) são vírus que, além de serem veiculados através de artrópodes, possuem parte do ciclo replicativo ocorrendo nestes animais (LOPES; NOZAWA; LINHARES, 2014). Para possuírem esta classificação, os arbovírus devem iniciar uma viremia em hospedeiro vertebrado por tempo suficiente e apresentar titulação capaz de permitir uma infecção produtiva em vetor invertebrado, persistente na glândula salivar, a fim de fornecer vírus para infectar outros hospedeiros vertebrados (CASSEB *et al.*, 2013).

Na natureza, estes vírus se perpetuam em ciclos contínuos entre o inseto vetor e o hospedeiro vertebrado. As espécies envolvidas na manutenção dos ciclos dos arbovírus são determinadas e limitadas pela preferência alimentar do artrópode vetor, tendo em vista que cada espécie animal possui como alvo alimentar um grupo restrito de espécies de vertebrados. Cada arbovírus replica em uma única espécie ou em espécies próximas, tornando o artrópode escolhido seu principal vetor, ou até mesmo exclusivo (NUNCIO; ALVES, 2019).

Os principais arbovírus causadores de doenças em seres humanos e demais animais de sangue quente pertencem a cinco famílias virais: Bunyaviridae, Togaviridae, Flaviviridae, Reoviridae e Rhabdoviridae (LOPES; NOZAWA; LINHARES, 2014; BARRETO, 2018). Estes vírus são endêmicos em todos os continentes, exceto o Antártico (LOPES; NOZAWA; LINHARES, 2014; LIMA-CAMARA, 2016), e tendem a ter uma distribuição geográfica e climática restrita, como parte de um subsistema ecológico especial representados pelos vírus, vetores, hospedeiros amplificadores e reservatórios (LIMA-CAMARA, 2016).

A capacidade evolutiva dos vírus transmitidos por mosquitos é muito grande, tendo nos últimos anos um impacto crescente em Saúde Pública à escala mundial como vírus emergentes e re-emergentes. Por outro lado, como outros agentes de doença transmitidos por vetores, a expansão geográfica destes vírus é facilitada pela expansão e introdução das espécies de mosquitos vetores em novas localizações geográficas, e como resultado da globalização (NUNCIO e ALVES, 2019. p.55).

As ações antrópicas, principalmente as associadas às atividades econômicas, vem causando a modificação dos ambientes naturais e com isto muitos insetos, como alguns mosquitos, tornaram-se sinantrópicos, favorecendo a transmissão de patógenos aos seres humanos. Além da interferência nos ecossistemas, fatores como as mudanças climáticas, desmatamentos, o crescimento populacional urbano desordenado, a precariedade das condições sanitárias e o processo de globalização e, por sua consequência, a ampliação do intercâmbio internacional estão relacionados à emergência ou re-emergência de doenças causadas por arbovírus (LOPES; NOZAWA; LINHARES, 2014; LIMA-CAMARA, 2016).

A recente entrada de novos arbovírus desafia médicos, profissionais da saúde e pesquisadores para a necessidade de uma investigação ativa e contínua acerca dos sintomas e sorologia específicos, dos vetores, dos agentes etiológicos e dos fatores ambientais e sociais que podem estar associados às epidemias e ao surgimento de novos casos. Dessa forma, faz-se necessário o fortalecimento e a integração das vigilâncias entomológica e epidemiológica, a fim de direcionarmos métodos de controle e prevenção contra essas doenças no País (LIMA-CAMARA, 2016. p.6).

Diante deste cenário, as arboviroses têm se tornado importantes e constantes ameaças à saúde (LOPES; NOZAWA; LINHARES, 2014), em especial a dengue, que é a arbovirose de maior relevância nas Américas (BRASIL, 2019). Seu controle depende do diagnóstico rápido em locais onde a população é vulnerável e há a presença do vetor competente. Medidas de saúde pública, como reconhecimento precoce de transmissão local e o controle rápido e efetivo dos vetores, são de extrema importância para impedir a ocorrência de grandes surtos (BARRETO, 2018).

2 JUSTIFICATIVA

A dengue é considerada uma Doença Tropical Negligenciada e sua incidência tem crescido drasticamente em todo mundo nas últimas décadas, (OPAS, 2019). Por isso é considerada, atualmente, a principal doença nos países tropicais e subtropicais (SOUSA *et al.*, 2018).

Conforme informe técnico do Ministério da Saúde, “doenças negligenciadas são doenças 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” (BRASIL, 2010).

Considerada a doença tropical emergente mais importante por colocar em risco, anualmente, cerca de 3 bilhões de pessoas e infectar aproximadamente 390 milhões, com uma mortalidade média de 20 mil pessoas por ano (BRASIL, 2019), a dengue tornou-se um dos principais problemas de saúde pública, principalmente em países cujas características ambientais, climáticas e sociais favoreçam a sua disseminação, sendo considerada a mais importante arbovirose da atualidade (SILVA JUNIOR, 2012).

A dengue, segundo o Guia de Vigilância em Saúde:

É a arbovirose urbana mais prevalente nas Américas, incluindo o Brasil, sendo uma importante suspeita em pacientes que apresentam quadro febril agudo. Sua ocorrência é ampla, atingindo principalmente os países tropicais e subtropicais, onde as condições climáticas e ambientais favorecem o desenvolvimento e a proliferação dos vetores *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* (BRASIL, 2019. p.415).

Por ser uma doença sistêmica e dinâmica, o paciente infectado pelo vírus da dengue pode apresentar tanto um quadro sindrômico viral inespecífico (febre da dengue ou dengue clássico) quanto casos graves como a febre hemorrágica da dengue e/ou a síndrome do choque da dengue, com quadro que podem evoluir para o óbito (AZEREDO *et al.*, 2018) .

Mesmo com financiamento específico para o desenvolvimento de pesquisas relacionadas a doenças negligenciadas, “o conhecimento produzido não se reverte em avanços terapêuticos, como, por exemplo, novos fármacos, métodos diagnósticos e vacinas”, tendo em vista o reduzido potencial de retorno lucrativo para a indústria farmacêutica, já que a população atingida geralmente é vulnerável e está presente, em sua maioria, nos países em desenvolvimento (BRASIL, 2010).

Devido a sua importância epidemiológica, a dengue consta na lista de doenças de notificação compulsória elaborada pelo Ministério da Saúde (BRASIL, 2022b). Todos os casos, suspeitos ou confirmados, devem ser comunicados ao Serviço de Vigilância Epidemiológica competente para que seja alimentado o Sistema de Informação de Agravos de Notificação — SINAN. Souza, Vianna e Moraes (2007 *apud* NASCIMENTO, 2011) afirmam que, por diversas razões, este sistema pode apresentar problemas de subnotificação ou inconsistência da informação, principalmente em relação às variáveis sobre dados clínicos, antecedentes epidemiológicos e conclusão de caso. Por isso, ressalta-se a importância do uso de outros sistemas de informação em saúde existentes (por exemplo: SIH, SIM, Sinasc) como adjuvantes da vigilância das doenças de notificação compulsória (BRASIL, 2009).

Estudar o impacto da sucessão dos tipos de tempo e de sistemas atmosféricos sobre a ocorrência da dengue é importante para a política de controle desta doença que tende a estar intimamente relacionada à condição urbana (MAIO, 2017) e ser sazonal, associada à elevação dos índices pluviométricos e às variações de temperatura (MAGALHÃES, 2011 *apud* MAIO, 2017).

A variabilidade climática anual está associada às estações do ano (GURGEL, 2000 *apud* CORDEIRO, 2014) e, no que tange a variabilidade climática interanual, Grimm (2009) indica que

a principal fonte de variabilidade climática interanual global é o fenômeno *El Niño* — Oscilação SUL (ENOS), uma oscilação acoplada do oceano-atmosfera, que produz alterações na Temperatura da Superfície do Mar (TSM), na pressão, no vento e na convecção tropical, principalmente no oceano Pacífico, mas com reflexos em muitos lugares do planeta, incluindo o Brasil. As fases opostas desta oscilação são chamadas *El Niño* e *La Niña* (*apud* MAIO, 2017. p.36).

As anomalias da Temperatura da Superfície do Mar (TSM) da bacia Oceano Pacífico Equatorial, através do fenômeno ENOS, influenciam as variáveis meteorológicas. No Rio Grande do Sul, os principais efeitos associados estão relacionados com a variação da temperatura do ar e da precipitação pluvial (BERLATO & FONTANA, 2003 *apud* CORDEIRO, 2014), condições que podem ser determinantes para o desenvolvimento e estabelecimento do vetor da dengue, por isso a importância de investigar o clima quando se trata de arboviroses.

3 OBJETIVOS

3.1 GERAL

Descrever o perfil epidemiológico dos casos de dengue, na Região Metropolitana de Porto Alegre/RS e investigar a incidência de dengue autóctone e possíveis relações com a ocorrência do fenômeno *El Niño* — Oscilação Sul (Índice deENOS), no período de 2007 a 2019.

3.2 ESPECÍFICOS

São objetivos específicos deste estudo:

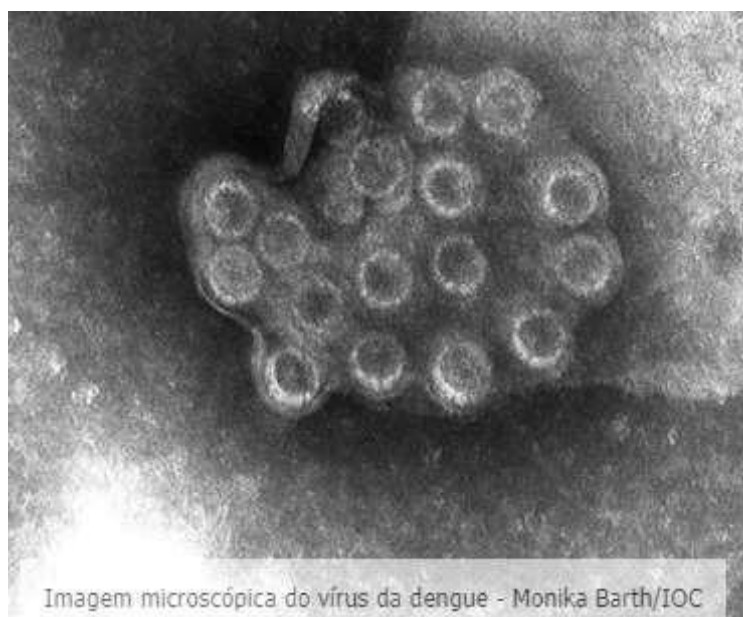
- Descrever os casos confirmados de dengue na Região Metropolitana de Porto Alegre, no período de 2007 a 2019, de acordo com as variáveis: sexo, faixa etária, raça/cor, escolaridade, se gestante ou não, se autóctone ou importado, critério de confirmação, mês da notificação e evolução do caso.
- Correlacionar a ocorrência de dengue autóctone e o Índice de ENOS a fim de verificar se as variáveis são independentes ou variam concomitantemente.

4. REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 DENGUE

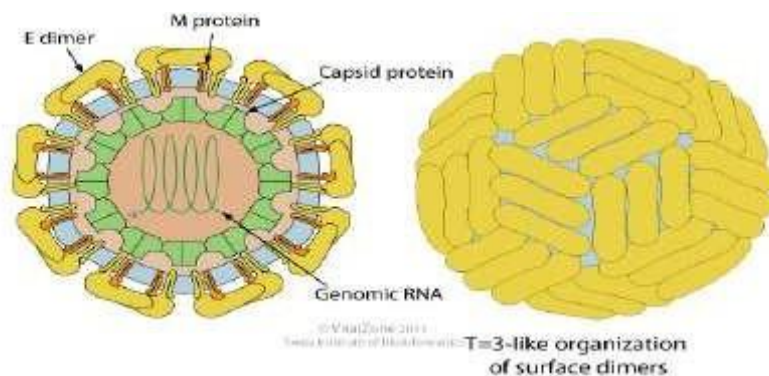
A dengue, das arboviroses atuais, é a mais antiga e frequentemente e por décadas têm causado surtos epidêmicos (BARRETO, 2018). Apresenta-se como doença aguda, infecciosa, não contagiosa, sistêmica e de etiologia viral cujo agente etiológico é o vírus dengue (Figura 1) (ARAUJO *et al.*, 2017).

Figura 1: Imagem microscópica do vírus da dengue. Fonte: Galeria de Imagens – Fiocruz. Disponível em: <http://www.ioc.fiocruz.br/dengue/galeria/galeria.htm>



Os vírus da dengue são compostos por ácido ribonucleico (RNA) não segmentado de fita simples (AZEREDO *et al.*, 2018) e são considerados relativamente pequenos (40-60nm). Possuem um capsídeo proteico envolto por um envelope lipídico incorporado pelas proteínas M, pequenos resíduos de proteína prM e pela glicoproteína E (Figura 2). Estas partículas são responsáveis pelo reconhecimento do vírus proporcionando a produção de anticorpos específicos para o tipo viral (ALLISSON *et al.*, 1995; RICHMAN; WHITLE; HAYDEN, 1997 *apud* SILVA JUNIOR, 2012).

Figura 2: Composição esquemática e partícula viral do arbovírus humano da dengue.
 Fonte: MAHIDOL UNIVERSITY, 2011 *apud* SILVA JUNIOR, 2012.



O *International Committee on the Taxonomy of Viruses* (ICTV) classifica o vírus da dengue como pertencente à família *Flaviviridae* (grupo B arbovírus) do gênero *Flavivirus*, e apresenta quatro sorotipos antigênicos distintos: Sorotipo Vírus Dengue tipo 1 (DENV 1), Sorotipo Vírus Dengue tipo 2 (DENV 2), Sorotipo Vírus Dengue tipo 3 (DENV 3) e Sorotipo Vírus Dengue tipo 4 (DENV 4) (SILVA JUNIOR, 2012).

Após a inoculação,

os vírus da dengue fazem a primeira replicação em células musculares estriadas, lisas e fibroblastos, bem como em linfonodos locais. Após a multiplicação, tem-se o início da viremia com duração aproximada de 5 dias, podendo os vírus circularem livremente no plasma ou no interior das células da linhagem fagocítica mononuclear, como os monócitos, macrófagos e células dendríticas, as quais são os maiores sítios de replicação viral (KURANE; EENNIS, 1992; MUKHOPADHYAY; KUHN; ROSSMANN, 2005; ROTHMAN, 2004 *apud* SILVA JUNIOR, 2012. p.13).

As manifestações clínicas podem variar de uma síndrome viral inespecífica e benigna até quadros graves e por vezes fatais com uma apresentação hemorrágica e choque (TAUIL, 2001). Os sintomas iniciais apresentados são inespecíficos e podem incluir: febre alta (acima de 39°C) de início abrupto, seguida de cefaleia, mialgia, artralgia, dor retro-orbital, linfadenopatias e erupção maculopapular, acompanhada ou não de prurido, vômitos, diarreia, tontura, anorexia, astenia e prostração (MONATH; HEINZ, 1996; RIGAU-PÉREZ, 2006 *apud* SILVA JUNIOR, 2012; PAIXÃO; TEIXEIRA; RODRIGUES, 2017 *apud* BARRETO,

2018). Altos teores de citocinas macrofágicas são liberadas em razão da reação imunológica realizada pela interleucina-2, interferon- γ , interferon- α , fator de necrose tumoral- α e do fator de ativação de plaquetas, causando uma leucopenia discreta e transitória. Ao final do período febril, a maioria dos sinais e sintomas tendem a regredir, porém boa parte dos indivíduos acometidos relatam fadiga persistente (MONATH; HEINZ, 1996; RIGAU-PÉREZ, 2006 apud SILVA JUNIOR, 2012).

Os casos de menor gravidade, aqueles considerados assintomáticos, ou numa apresentação de dengue clássica geralmente estão associados a uma primeira infecção. Como a imunidade desenvolvida é parcial e transitória para os sorotipos heterólogos ao da infecção (NUNCIO; ALVES, 2019) e, conforme Gubler (1988) e Bastos (2004),

a infecção por um dos sorotipos existentes da dengue proporciona imunidade permanente, ou no mínimo duradoura para tal sorotipo, porém não cria imunidade cruzada para os demais. Pessoas que vivem em áreas endêmicas podem estar infectadas com três ou, provavelmente, quatro sorotipos durante toda a sua vida (*apud* SILVA JUNIOR, 2012. p.13).

Infecções secundárias podem ocorrer sendo possível a doença evoluir rapidamente para síndromes mais graves, como a dengue hemorrágica, caracterizada por trombocitopenia e hemorragias, e o choque por dengue, caracterizado pela perda excessiva de plasma (NUNCIO; ALVES, 2019).

Na ocasião de uma segunda, terceira ou até quarta infecção por um sorotipo diferente da dengue, a resposta imune ao vírus é paradoxal, ou seja, prejudicial ao hospedeiro. Acredita-se, atualmente, que a existência de anticorpos sorotipo-específico desenvolvidos na ocasião de uma infecção prévia, não neutralizam um vírus infectante de tipo diferente. Estes, ao contrário, proporcionando uma amplificação da infecção por meio da facilitação à entrada do novo sorotipo infectante nos macrófagos, fenômeno esse chamado de facilitação por anticorpos. Dessa maneira, os macrófagos agredidos são ativados, liberando grandes quantidades de citocinas e tromboplastina, iniciando fenômenos de alteração na coagulação e ativação das proteases do complemento que, conseqüentemente, causam lise celular, justificando a imunopatologia da Febre Hemorrágica por Dengue (FHD) e da Síndrome do Choque da Dengue (SCD) (CAPEDING *et al.*, 2010; MONATH; TSAI, 1997 *apud* SILVA JUNIOR, 2012. p. 17).

O quadro típico de Febre Hemorrágica por Dengue costuma surgir entre o terceiro e o sétimo dia da doença, caracterizada, além da febre alta, por

expressiva plaquetopenia e aumento do hematócrito, bem como aumento do risco de choque. Nos casos de Síndrome do Choque da Dengue, o risco de óbito se eleva com as seguintes manifestações de gravidade:

dor abdominal, vômitos persistentes, hipotensão postural, pressão arterial convergente, hepatomegalia dolorosa, insuficiência hepática, extremidades frias e cianóticas, pulso rápido e fino, agitação ou letargia, oligúria, diminuição repentina da temperatura corporal ou hipotermia, cardiomiopatia e encefalopatia. Um achado importante deve-se ao declínio na contagem de plaquetas que, geralmente, ocorre do extravasamento plasmático (choque), considerando um parâmetro extremamente útil na decisão de hospitalização. A apresentação dos sinais e sintomas é de curta duração, com uma taxa de letalidade superior a 20% na ausência de tratamento, podendo levar ao óbito em 12 a 24 horas (HARRIS *et al.*, 2000; FIGUEIREDO; FONSECA, 2002; GUZMÁN; KOUN, 2002; ROTHMAN, 2004 *apud* SILVA JUNIOR, 2012. p.16).

Outros fatores que podem estar associados às manifestações graves são: a cepa do sorotipo do vírus infectante, a alta densidade vetorial com ampla circulação viral, o estado imunitário, nutricional e genético do paciente, as características intrínsecas do hospedeiro como idade inferior a 15 anos, o sexo feminino, a raça branca, a concomitância com outras doenças além da infecção prévia por outro sorotipo viral da doença (FIGUEIREDO; FONSECA, 1966; PINHEIRO; TRAVASSOS-DA-ROSA, 1996 *apud* TAUIL, 2001; CLYDE; KYLE; HARRIS, 2006; GUILARDE *et al.*, 2008; HALSTEAD, 2006; SIERRA, 2007 *apud* SILVA JUNIOR, 2012).

4.1.1 Vetor

A dengue, em ambas formas clássica ou hemorrágica, é transmitida por mosquitos do gênero *Aedes*, dentro deste gênero, o principal transmissor do arbovírus dengue é o mosquito *Aedes aegypti* (Figura 3) animal este que pode ser encontrado facilmente no meio urbano, se valendo de depósitos de armazenamento de água e pequenas coleções temporárias para a postura de seus ovos (BRAGA; VALLE, 2007). O *Aedes albopictus* é considerado vetor potencial ou secundário, na Ásia está associado à transmissão em meio rural ou semi-urbano (BRAGA; VALLE, 2007) mas não há evidências de que esta espécie seja uma grande transmissora no Brasil (MARCONDES, 2001). Braga e Valle (2007) sustentam que outros

mosquitos pertencentes ao gênero *Aedes* também podem transmitir dengue apesar de não possuírem importância epidemiológica.

Figura 3: Foto do mosquito *Aedes aegypti* adulto. Fonte: Galeria de Imagens – Fiocruz. Disponível em: <http://www.ioc.fiocruz.br/dengue/galeria/galeria.html>



O *Aedes aegypti* é um inseto pequeno de corpo delgado e delicado, facilmente reconhecido por sua longa probóscide, suas patas compridas de coloração escura com listras claras e pela presença de escamas na maior parte do corpo (MARCONDES, 2001; NUNCIO; ALVES, 2019). Diferente de muitos mosquitos hematófagos que possuem hábitos noturnos, o vetor da dengue é mais ativo durante o dia, com picos de atividade nas primeiras horas do dia e algumas horas antes de anoitecer (SILVA JUNIOR, 2012). São holometábolos, ou seja, apresentam metamorfose completa, passando por quatro estágios biológicos distintos: ovo, larva (com quatro instares), pupa e adulto (MARCONDES, 2001; NUNCIO E ALVES, 2019).

Os adultos podem apresentar diferentes comportamentos relacionados ao acasalamento, que estão condicionados à interferência de fatores exógenos e endógenos, podendo ocorrer isoladamente (Figura 4), entre poucos casais em

pequenos espaços físicos ou com a formação de enxames, quando ocorrem em conjunto, entre muitos casais e em áreas físicas extensas (MARCONDES, 2001).

Figura 4: Modelo virtual demonstrando acasalamento isolado de casal de *Aedes aegypti*. Fonte: Galeria de Imagens – Fiocruz. Disponível em: <http://www.ioc.fiocruz.br/dengue/galeria/galeria.html>



Os mosquitos se alimentam de carboidratos provenientes de néctares vegetais. São estes açúcares que fornecem energia necessária para voo, dispersão e demais atividades fisiológicas e biológicas (MARCONDES, 2001). Os machos se alimentam somente de substâncias açucaradas porém as fêmeas fecundadas (Figura 5) necessitam de alimento sanguíneo para maturação dos ovos, e, ao picarem o ser humano durante o período de viremia acabam por se infectarem (MARCONDES, 2001; NUNCIO; ALVES, 2019) podendo transmitir o vírus para outro indivíduo suscetível depois de um período de incubação extrínseca de 8 a 12 dias (RIGAU-PÉREZ, 2006 *apud* SILVA JUNIOR, 2012).

No mosquito vetor infectado, o vírus concentra-se nas glândulas salivares após a multiplicação fazendo com que a veiculação entre os homens ocorra através da picada hematofágica deste vetor. Assim, o ciclo da dengue ocorre da seguinte forma: “homem – *Aedes aegypti* – homem” (MARCONDES, 2001).

Figura 5: Foto de fêmea de *Aedes aegypti* repleta de sangue para maturação dos ovos. Fonte: Galeria de Imagens – Fiocruz. Disponível em: <http://www.ioc.fiocruz.br/dengue/galeria/galeria.html>



Após a maturação, os ovos são depositados em superfícies suscetíveis ao acúmulo de água, necessária para eclosão das larvas, de maneira isolada (Figura 6) e passam um tempo no ambiente para que possa ocorrer a embriogênese e a consequente formação das larvas. Vários fatores ambientais influenciam no período embrionário dos ovos, sendo a temperatura elevada (21-28°C) um dos requisitos ambientais que mais favorecem a aceleração da evolução (MARCONDES, 2001).

Em estudo realizado em Rajasthan, na Índia, verificou-se que a manutenção de resíduos sólidos, por períodos superiores a sete dias, apoia a criação do mosquito, pois aumentam a quantidade de possíveis criadouros interferindo, assim, na reprodução do mosquito e impactando consequentemente na transmissão de doenças. Assim, a eliminação dos criadouros propícios à reprodução do vetor é umas das mais importantes maneiras de prevenir os casos de dengue (SOBRAL; SOBRAL, 2019).

Figura 6: A – Ovopositura de fêmea de *Aedes aegypti*; B – Ovos de *Aedes aegypti* depositados em superfície. Fonte: Galeria de Imagens — Fiocruz. Disponível em: <http://www.ioc.fiocruz.br/dengue/galeria/galeria.html>



Os ovos do *Aedes* sp. possuem grande resistência, permanecendo viáveis mesmo após dois anos sem contato com a água, eclodindo assim que as condições ambientais se tornem favoráveis para o desenvolvimento dos quatro estágios larvais (SÃO PAULO, 2001 *apud* SILVA JUNIOR, 2012). Em áreas tropicais, todos os quatro estágios larvais podem ocorrer em uma semana; após este período, as larvas empupam. A pupa é uma forma aquática de transição que não se alimenta. É nesta fase que são formadas as estruturas dos adultos, através de transformações tissulares, fechando assim o ciclo de vida do mosquito (MARCONDES, 2001).

Em áreas endêmicas, a doença é praticamente inevitável. Ainda não foram obtidas vacinas contra os quatro sorotipos da dengue necessárias para imunizar a população. Por enquanto, a única maneira de prevenir a ocorrência desta arbovirose é pelo controle da proliferação de *Aedes aegypti*. Isto se dará com o saneamento do meio ambiente, eliminando os focos de procriação do vetor e com a proteção individual contra picadas. Para tanto, é necessário o envolvimento de toda a comunidade-alvo (MARCONDES, 2001).

É importante observar que nenhum país cuja reemergência da dengue tenha ocorrido na segunda metade do século XX conseguiu eliminar a sua transmissão (TAUIL, 2006 *apud* SILVA JUNIOR, 2012).

4.1.2 Histórico da dengue

A seguir será apresentado um breve apanhado histórico do curso da dengue de uma perspectiva global até uma abordagem local correspondente ao estado do Rio Grande do Sul, onde está localizada a área de estudo.

4.1.2.1 No mundo

A dengue não é uma doença recente tendo em vista que há registro, datado de 992 dC, de doença clinicamente compatível em uma enciclopédia médica chinesa. Por volta dos anos de 1789-1790, foi relatada uma epidemia semelhante à dengue na Indonésia, no Egito e nos Estados Unidos, o que indica que a distribuição global desta doença tem existido por mais de 200 anos (MAIHURU *et al*, 2004; GUZMÁN, 2005 *apud* SILVA JUNIOR, 2012).

Conforme Silva Junior (2012):

Até a Segunda Guerra Mundial, as pandemias da dengue aconteciam a cada 10 a 30 anos, não sendo comum a ocorrência de outra epidemia em uma mesma localidade. Durante e após a Segunda Guerra Mundial, este padrão epidêmico sofreu grandes alterações. Mudanças ambientais decorrentes do incremento da atividade econômica e social, proporcionada pela urbanização do sudeste asiático, criaram condições ideais para o aumento da transmissão da doença, cujo cenário favorecia a proliferação do *A. aegypti*, tendo como desfecho a recorrência de epidemias (GUBLER, 1998; RIGAU-PÉREZ *et al.*, 1998). Até meados da década de 1950 e 70, a epidemia da dengue manteve-se localizada apenas no Sudeste Asiático, devido à, principalmente, aos programas de erradicação do *A. aegypti* nas Américas, coordenado pela Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS). Ao final dessa década, o *A. aegypti* reinfestou a maioria dos países americanos (GUBLER, 2002 *apud* SILVA JUNIOR, 2012. p.18).

Com a perda de intensidade do programa de combate ao *Aedes aegypti*, no final dos anos 1970 e início dos anos 1980, o DENV 1 foi reintroduzido nas Américas ocasionando epidemias no Caribe e nas Américas do Norte e do Sul. Nos anos 1980 e 1990, devido à urbanização não planejada de grandes centros, o desenvolvimento de transportes modernos que facilitaram a circulação de pessoas contaminadas, concomitantemente a falta de um efetivo controle do vetor, a epidemia de dengue apresentou ascensão em todas as sub-regiões da América, com picos epidêmicos em intervalos de 3 a 5 anos (RIGAU-PÉREZ *et al.*, 1998; GUBLER, 2006; SAN MARTÍN *et al.*, 2010 *apud* SILVA JUNIOR, 2012).

Estima-se que mais de dois terços da população mundial vive em áreas infestadas pelo *Aedes aegypti* (Figura 7), onde o risco de contrair qualquer um dos quatro sorotipos do vírus é muito alto. Em 2010, foram notificados nas Américas 1,6 milhões de casos, dos quais 49 mil se apresentaram como dengue com sinais de gravidade (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE, 2012 *apud* SILVA JUNIOR, 2012).

Figura 7: Distribuição mundial de zonas endêmicas de dengue em 2010. Fonte: Organização Mundial da Saúde, 2010 *apud* SILVA JUNIOR, 2012.



4.1.2.2 No Brasil

O *Aedes aegypti* foi introduzido no Brasil, no início do século XIX, a partir da África cujo traslado foi realizado através dos “navios negreiros”, tendo em vista que este período, apesar de se ter registro de várias tentativas de abolir o tráfico e a escravidão, acabou sendo marcado pela grande ocorrência de tráfico de pessoas advindas da África para serem utilizadas como mão-de-obra escravizada (PORTO, 2006). Este mosquito acabou encontrando nas Américas um ambiente adequado a sua sobrevivência e reprodução, ampliando progressivamente sua população e expansão geográfica (PENNA, 2003).

Através da participação na campanha de erradicação continental do *Aedes aegypti*, coordenada pela Organização Mundial de Saúde e pela Organização Pan-Americana da Saúde, que implementaram programas contra o vetor em todos os países da América Latina, o Brasil exterminou este vetor em 1955 quando em 2 de abril daquele ano, no município de Santa Terezinha, na Bahia, foi eliminado o último foco do mosquito. A erradicação do vetor foi oficialmente declarada na XV Conferência Sanitária Pan-Americana, realizada em Porto Rico no ano de 1958 (BRAGA; VALLE, 2007).

O vetor foi reintroduzido em 1967, no estado do Pará e dois anos depois no estado do Maranhão, e foi novamente eliminado em 1973 (BRAGA; VALLE, 2007). Neste período a erradicação se deu pela adoção de uma estratégia baseada no conhecimento sobre a ecologia do animal e sua dinâmica populacional, através da utilização do método perifocal. Este método consistia na aplicação semestral de inseticidas com efeito residual nas paredes internas e externas de todos os depósitos domiciliares, com ou sem água, bem como nas paredes próximas até 1 m de distância dos eventuais criadouros, tornando-os, assim, “armadilhas mortais para as fêmeas além de eliminar as larvas provenientes dos ovos aderidos às paredes dos recipientes quanto estes são novamente preenchidos por água” (PENNA, 2003).

Devido a mudanças sociais e ambientais advindas da urbanização acelerada associada a falhas na vigilância epidemiológica, no ano de 1976, foram confirmadas

reinfestações nos estados do Rio Grande do Norte e do Rio de Janeiro porém ainda sem registro de casos de dengue (BRAGA; VALLE, 2007).

Desde o ano de 1846 se tem referência à dengue no Brasil (BRAGA; VALLE, 2007), com registro de epidemias desde o século XIX, havendo relatos em São Paulo/SP, em 1916, e em Niterói/RJ, em 1923, entretanto sem confirmações laboratoriais. (NASCIMENTO, 2011). Até 1970, apenas nove países haviam enfrentado epidemias de dengue grave (OPAS, 2019). Em 1976, o *Aedes aegypti* foi novamente reintroduzido no Brasil (PENNA, 2003) sendo que a primeira epidemia, documentada clínica e laboratorialmente, ocorreu nos anos de 1981 e 1982, em Boa Vista/RR, e foi associada aos sorotipos DENV-1 e DENV-4 (ARAUJO *et al.*, 2017; BRASIL, 2019). Em 1986, ocorreram epidemias em algumas capitais do nordeste e no estado do Rio de Janeiro, ambas relacionadas a circulação do sorotipo DENV-1. Segundo o Guia de Vigilância em Saúde:

Desde então, a dengue vem ocorrendo no país de forma endêmica, com epidemias geralmente associadas à circulação ou alteração dos sorotipos atualmente conhecidos ou com a circulação destes em áreas anteriormente idênticas (BRASIL, 2019. p.412).

Entre 1986 e 1990 se tem relatos de epidemias de dengue nos estados do Rio de Janeiro, São Paulo e Minas Gerais, da Região Sudeste, e Alagoas, Bahia, Ceará e Pernambuco, da Região Nordeste, sendo que no ano de 1990 a epidemia que ocorreu no estado do Rio de Janeiro foi agravada pela introdução do sorotipo DENV-2 na região (BRAGA; VALLE, 2007).

A Fundação Nacional de Saúde (FUNASA, 1999 *apud* BRAGA; VALLE, 2007) analisou a evolução temporal das doenças de notificação compulsória no Brasil de 1980 até 1998 e identificou, até o ano de 1999, três distintas ondas epidêmicas de dengue (excluindo o episódio de Boa Vista/RO em 1981 que foi rapidamente contida): a primeira em 1986/87, a segunda em 1990/91 e uma terceira onda epidêmica em 1997/98, sendo que a partir do ano de 1994 foi constatada uma rápida dispersão do vetor pelo território nacional aumentando a circulação viral entre os Estados e Municípios.

No ano de 1996, o Ministério da Saúde instituiu o Programa de Erradicação do *Aedes aegypti* (PEAa) no qual foi proposta uma atuação multissetorial para combate ao vetor e um modelo descentralizado de combate à doença com a participação das três esferas de governo. Apesar do fortalecimento das ações de combate ao vetor, com ações de campo com uso de inseticidas (estratégia utilizada por programas de todo o mundo para controle de doenças transmitidas por vetores) o programa não foi capaz de responder à complexidade epidemiológica da dengue, já que, pelo fato de o vetor ser altamente domiciliado, se viu a necessidade de “um novo programa que incorporasse elementos como a mobilização social e a participação comunitária” (BRASIL, 2002).

Em julho de 2001, a FUNASA abandonou oficialmente a meta de erradicar o *Aedes aegypti* do Brasil e no ano de 2002, foi registrada a transmissão em todos os Estados, menos no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina cujos casos registrados foram importados. Neste mesmo ano, o Brasil concentrou 80% dos casos de dengue da América e foram registrados 150 óbitos por dengue hemorrágica, número este de óbitos que pela primeira vez ultrapassou o número de mortos por malária no país (BRAGA; VALLE, 2007).

Ainda no ano de 2002, foi implantado o Programa Nacional de Controle da Dengue (PNCD), pela FUNASA, com os objetivos de reduzir a infestação por *Aedes aegypti*, reduzir a incidência da dengue e reduzir a letalidade da dengue hemorrágica. Segundo o Programa:

O PNCD procura 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: 1) a elaboração de programas permanentes, uma vez que não existe qualquer evidência técnica de que a erradicação do mosquito seja possível, a curto prazo; 2) o desenvolvimento de campanhas de informação e de mobilização de pessoas, de maneira a se criar uma maior responsabilização de cada família na manutenção de seu ambiente doméstico livre de potenciais criadouros do vetor; 3) o fortalecimento da vigilância epidemiológica e entomológica para ampliar a capacidade de predição e de detecção precoce de surtos da doença; 4) a melhoria da qualidade do trabalho de campo de combate ao vetor; 5) a integração das ações de controle da dengue na atenção básica, com a mobilização do Programa de Agentes Comunitários de Saúde (Pacs) e Programa de Saúde da Família (PSF); 6) a utilização de instrumentos legais que facilitem o

trabalho do poder público na eliminação de criadouros em imóveis comerciais, casas abandonadas, etc.; 7) a atuação multissetorial por meio do fomento à destinação adequada dos resíduos sólidos e a utilização de recipientes seguros para armazenagem de água; 8) o desenvolvimento de instrumentos mais eficazes de acompanhamento e supervisão das ações desenvolvidas pelo Ministério da Saúde, estados e municípios. (BRASIL, 2002. p.4)

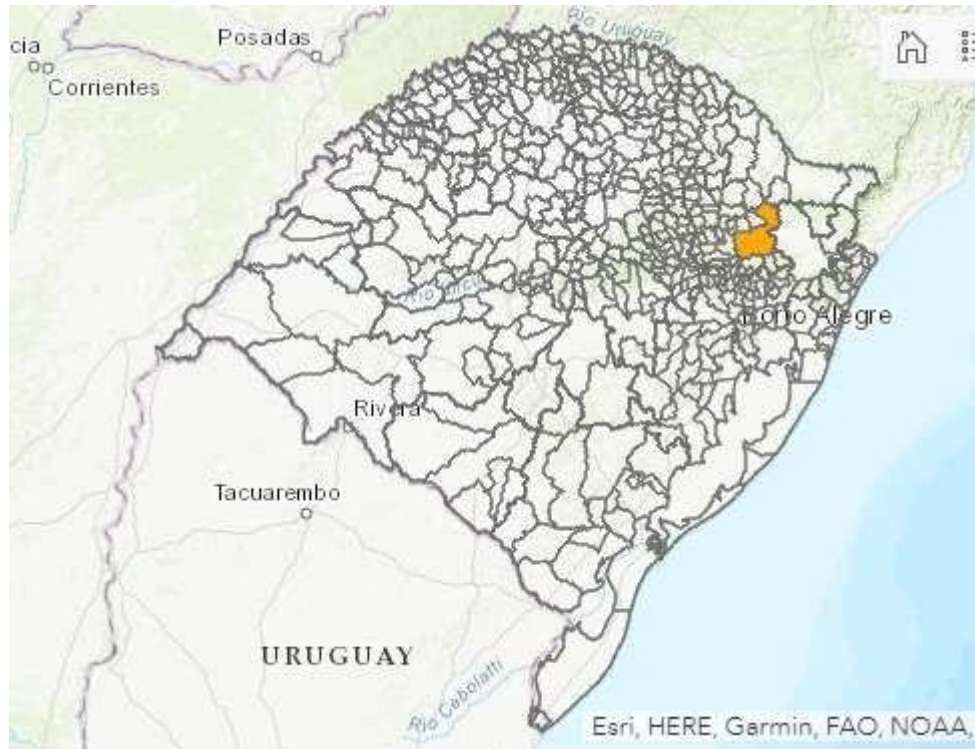
Apesar da execução do PNCD pelos entes das três esferas de governo, os casos de dengue foram aumentando progressivamente no Brasil, culminando que no ano de 2022 o país teve 1.450.270 casos prováveis de dengue, com uma taxa de incidência de 679,9 casos por 100 mil habitantes, comparado com o ano de 2021 ocorreu um aumento de 162% dos casos (BRASIL, 2023).

A maior taxa de incidência foi apresentada pela Região Centro-Oeste, com 2.086,9 casos/100 mil hab., seguida pelas regiões Sul (1.050,5 casos/100 mil hab.), Sudeste (536,6 casos/100 mil hab.), Nordeste (431,5 casos/100 mil hab.) e Norte (277,2 casos/100mil hab.). Ainda no ano de 2022, foram confirmados 1.016 óbitos por dengue, sendo que 872 foram confirmados por critério laboratorial e 144 por critério clínico-epidemiológico, sendo que no ano de 2023 ainda permaneciam 109 óbitos ocorridos no ano de 2022 que ainda estavam sob investigação. Os estados que apresentaram o maior número de óbitos foram: São Paulo (282), Goiás (162), Paraná (109), Santa Catarina (88) e Rio Grande do Sul (66).

4.1.2.3 No Rio Grande do Sul

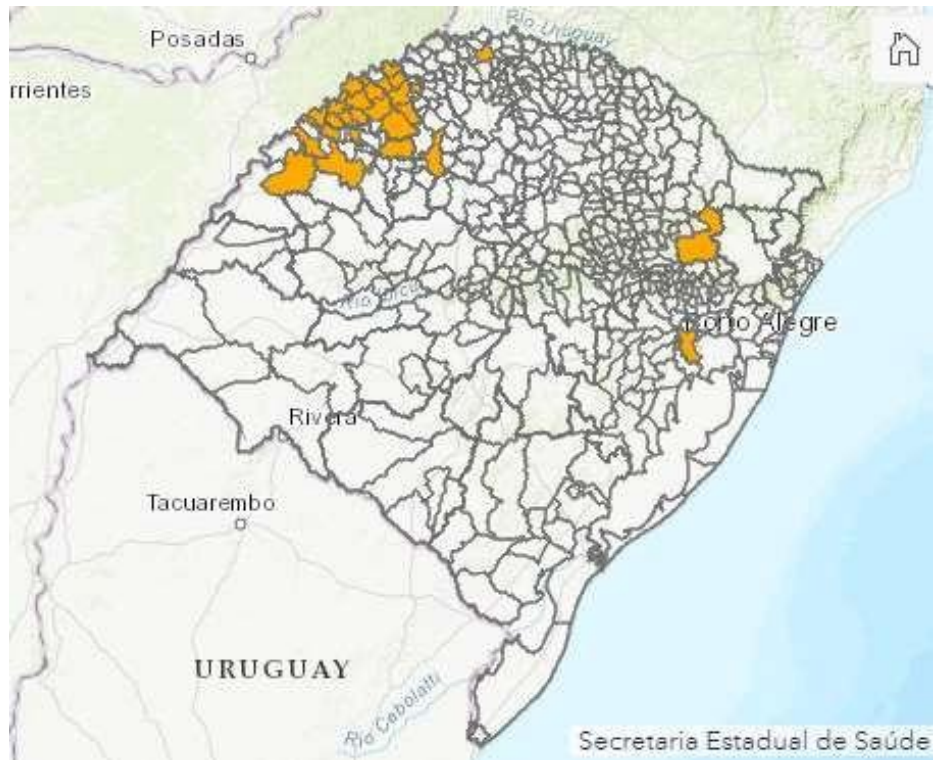
No estado do Rio Grande do Sul, foi identificado o primeiro foco de *Aedes aegypti* no município de Caxias do Sul no ano de 1995 (Figura 8).

Figura 8: Municípios infestados por *Aedes aegypti* no estado do Rio Grande do Sul no ano de 1995.
Fonte: SINAN NET/CEVS – DGTI/SES/RS.



A partir de então, a notificação da doença passou a ser compulsória. A partir de 2002, houve um aumento do número de casos de dengue e de suas formas graves, sendo que em 2005 já haviam 28 municípios infestados, apesar de não necessariamente possuírem circulação viral, porém apenas 1 pertencia à Região Metropolitana de Porto Alegre (Figura 9).

Figura 9: Municípios infestados por *Aedes aegypti* no estado do Rio Grande do Sul no ano de 2005.
Fonte: SINAN NET/CEVS – DGTI/SES/RS.



No ano de 2007, ocorreu a identificação do primeiro caso de dengue autóctone no Rio Grande do Sul e desde então a doença circula com períodos epidêmicos e alternância anual no volume de casos. A partir de então o número de municípios infestados aumentou gradativamente, sendo que no ano de 2015 já haviam 15 municípios infestados (figura 10), culminando, no ano de 2022, em 91% dos municípios do Estado estarem detectando o *Aedes aegypti* de forma domiciliada, ou seja, presente em residências e/ou comércio (Figura 11).

Figura 10: Municípios infestados por *Aedes aegypti* no estado do Rio Grande do Sul no ano de 2015.
Fonte: SINAN NET/CEVS – DGTI/SES/RS.

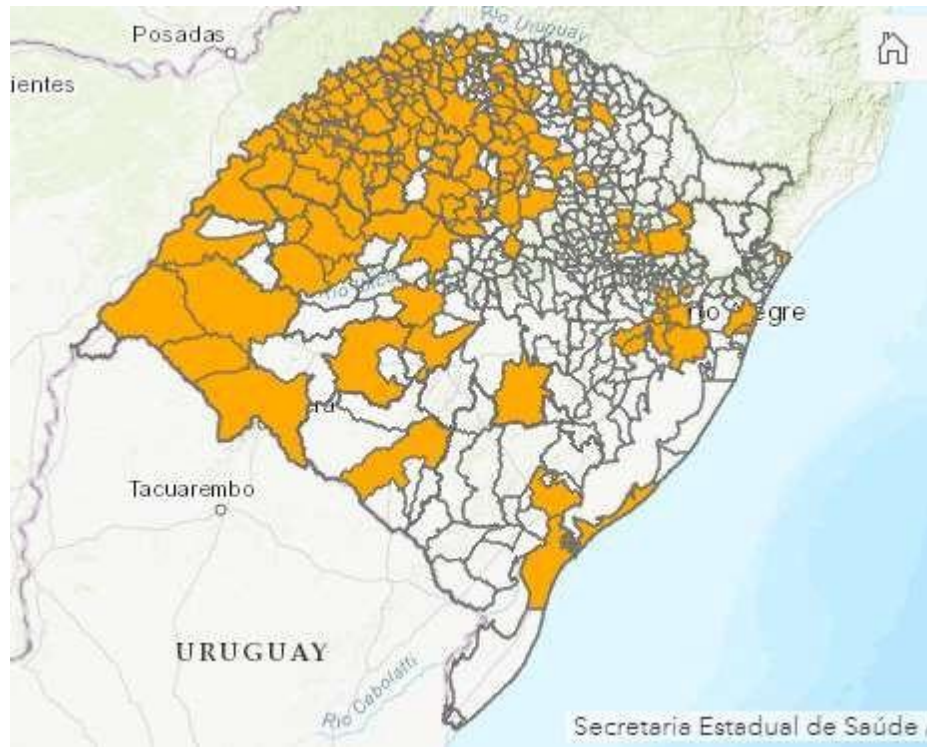
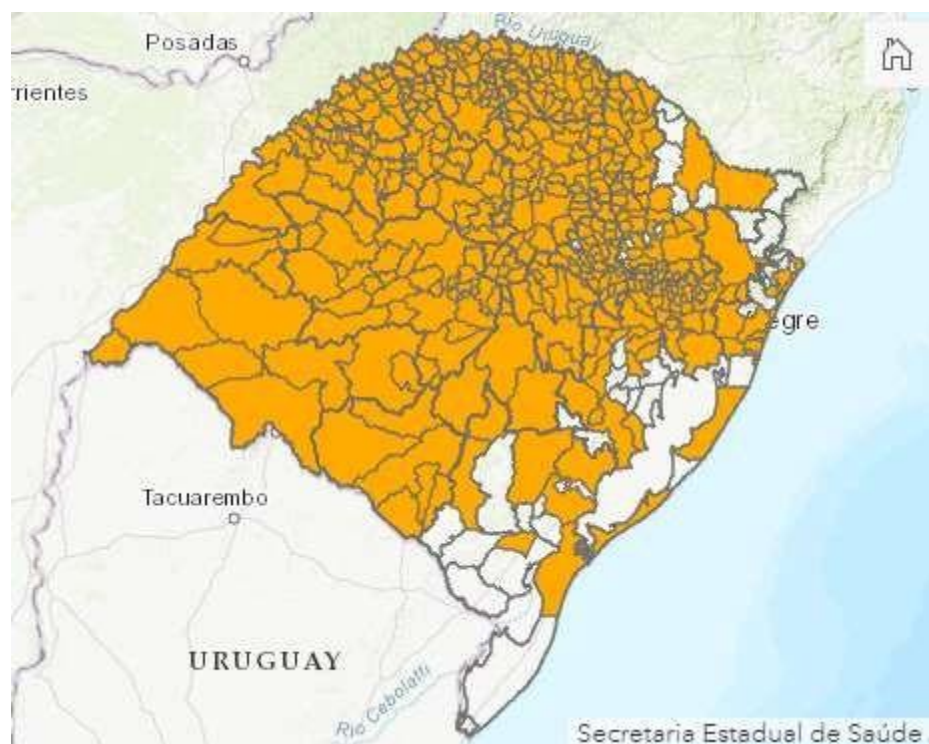


Figura 11: Municípios infestados por *Aedes aegypti* no estado do Rio Grande do Sul no ano de 2023.
Fonte: SINAN NET/CEVS – DGTI/SES/RS.



O aumento dos municípios infestados acompanhou o aumento de casos de dengue. Segundo o Centro Estadual de Vigilância em Saúde — CEVS/SES-RS (2023), na série histórica de 2010 a 2022 foi observado um aumento de 286,6% no número de casos confirmados, sendo que os últimos três anos apresentaram um aumento acentuado na incidência de dengue culminando que, no ano de 2022, houve o pior cenário epidemiológico já descrito no território gaúcho, no qual foram registrados 99.345 casos suspeitos, sendo que 66.779 foram confirmados e 363 permanecem em investigação no ano de 2023. O Estado realizou notificações de dengue em todas as Semanas Epidemiológicas (SE) de 2022 e se observou a co-circulação dos sorotipos DENV-1 e DENV-2 em 6 municípios gaúchos, o que aumenta o risco de aparecimento da forma grave da doença, sendo que 66 casos acabaram evoluindo para óbito (RIO GRANDE DO SUL, 2023).

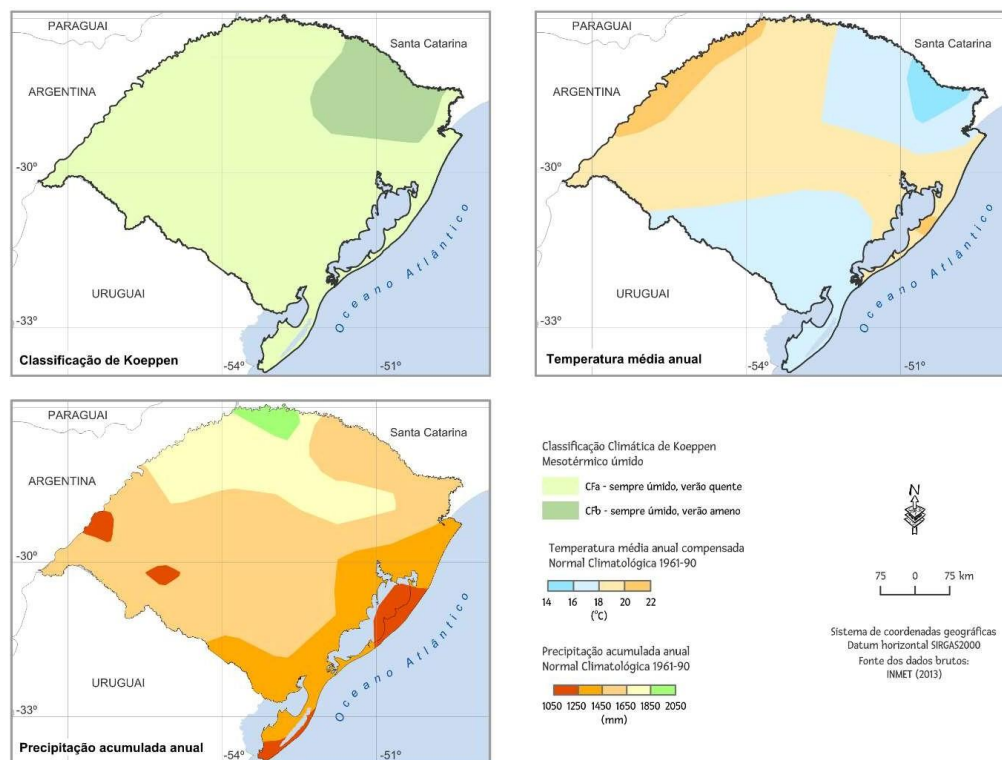
4.2 CLIMA

A palavra clima deriva do grego e significa inclinação. A primeira classificação climática, realizada pelos gregos, dividia a Terra em três zonas puramente matemáticas: verão, intermediário e inverno, e baseava-se apenas nas latitudes do hemisfério Norte. Atualmente, a classificação mais utilizada internacionalmente é a classificação de Köppen que tem por pressuposto que a vegetação nativa de cada região da Terra é, por essência, a expressão do clima (EMBRAPA, 2012). Essa classificação agrupa tipos climáticos semelhantes com base, além da vegetação natural, nas médias de temperatura e de precipitação pluviométrica (PESSOA, 2017).

O estado do Rio Grande do Sul, na classificação de Köppen, encontra-se na zona temperada tipo “C”, temperado úmido (domínio “Cf”), com precipitação bem distribuída ao longo de todo ano (Subtropical úmido). As normais climatológicas que segundo o Instituto Nacional de Meteorologia — INMET (2020) são valores médios de variáveis meteorológicas calculados para um período relativamente longo e uniforme (no mínimo três décadas consecutivas) que representam as características

médias do clima em determinado local, ocorrem em duas variedades específicas no Rio Grande do Sul: “Cfa”, sempre úmido com verões quentes, e “Cfb”, sempre úmido com verões amenos, (COLLISCHONN; DUBREUIL; MENDONÇA, 2017; PESSOA, 2017) conforme a Figura 12.

Figura 12: Clima no RS. Fonte: <http://atlas.fee.tche.br/rio-grande-do-sul/socioambiental/clima/>



4.2.1 Clima e incidência de doenças

O clima e as variáveis climáticas exercem forte influência sobre a sociedade, fazendo com que o homem sofra por causas climáticas devido a sua vulnerabilidade às variações das condições climáticas. Para Ayoade (1996), a capacidade de uma sociedade amortecer os impactos climáticos negativos não é uma função linear do grau de desenvolvimento ou riqueza de seu povo, pois, segundo Burton *et al.* (1978):

As sociedades mais vulneráveis aos impactos climáticos adversos não são nem as mais pobres, nem as menos desenvolvidas, nem as mais ricas e mais altamente desenvolvidas, mas são aquelas sociedades em processo de rápida transição ou modernização, onde os mecanismos sociais

tradicionais para absorver e dividir as perdas entre as comunidades virtualmente desaparecem, e que ainda não foram substituídos pela riqueza acumulada e pelas capacidades de respostas das sociedades desenvolvidas modernas (*apud* AYOADE, 1996, p.289)

O clima desempenha destacada influência sobre a manifestação de algumas doenças, endemias e epidemias que acometem o ser humano. Critchfield (1974, *apud* AYOADE, 1996) afirma que a saúde humana é mais afetada pelo clima do que qualquer outro elemento do meio ambiente. Algumas doenças tendem a predominar em determinadas zonas climáticas e, particularmente as contagiosas, tendem a seguir um padrão sazonal em sua incidência (AYOADE, 1996), tendo em vista que seus agentes etiológicos e respectivos vetores têm no clima um de seus condicionantes de proliferação (MAIO, 2017), já que “o ciclo de vida dos vetores, os reservatórios e os hospedeiros estão diretamente relacionados à dinâmica dos ecossistemas onde vivem e, conseqüentemente, às variáveis climáticas” (BARCELLOS, 2009 *apud* SOUSA; AMANCIO; HACON; BARCELLOS, 2018).

4.2.2 Fenômeno *El Niño*-Oscilação Sul (ENOS)

O fenômeno *El Niño*-Oscilação Sul (ENOS) é um fenômeno que ocorre em larga escala, com efeitos observados em diferentes regiões do Globo, e tem como origem o Oceano Pacífico Equatorial (CORDEIRO, 2014). Segundo Berlato e Fontana (2003):

El Niño (EN) representa o componente oceânico do fenômeno e está associado a variações na temperatura da superfície do mar, enquanto que o componente atmosférico, denominado Oscilação Sul (OS), expressa a correlação inversa existente entre a pressão atmosférica nos extremos leste e oeste deste Oceano (*apud* CORDEIRO, 2014. p.34).

O ENOS é caracterizado por anomalias de temperatura da superfície do mar (TSM) no Pacífico Equatorial denominadas *El Niño* e *La Niña*. Em condições de *La Niña*, ocorre o resfriamento das águas e consequente aumento na pressão atmosférica na região do Pacífico leste (anomalias negativas, representadas por valores de índice igual ou inferior a -0,5). Em condições de *El Niño*, há o aquecimento das águas ao passo que se verifica a diminuição da pressão atmosférica no Pacífico leste (anomalias positivas, representadas por valores de índice igual ou superior a 0,5). Períodos cujos valores de índice estão entre -0,4 e 0,4 são considerados neutros.

Conforme o Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos – CPTEC-INPE (2014):

O aumento da emissão dos fluxos de calor sensível e vapor d'água da superfície do Oceano Pacífico Equatorial para a atmosfera, provocado pelo aumento da temperatura da água durante o *El Niño*, provoca mudanças na circulação atmosférica e na precipitação pluvial, em escala regional e global (*apud* CARNEIRO, 2014. p.35).

O clima do Sul do Brasil apresenta grande conexão com os fenômenos ENOS. No Rio Grande do Sul, especificamente, foi observado que em anos de *El Niño* forte, nos meses de outubro a dezembro, chove mais que a média no primeiro ano do evento e nos meses de abril a junho do ano subsequente. Em anos de *La Niña*, as frentes frias passam a se deslocar com mais rapidez, resultando em temperatura mais baixas que o normal e menores acumulados de precipitação nos meses de maio, junho, julho, outubro e novembro (BERLATO; FONTANA, 2003; GRIMM, 2009; PEREIRA; REIBOTA e AMBRIZI, 2017 *apud* COLLISCHONN; DUBREUIL; MENDONÇA, 2017; PESSOA, 2017).

5. MATERIAL E MÉTODOS

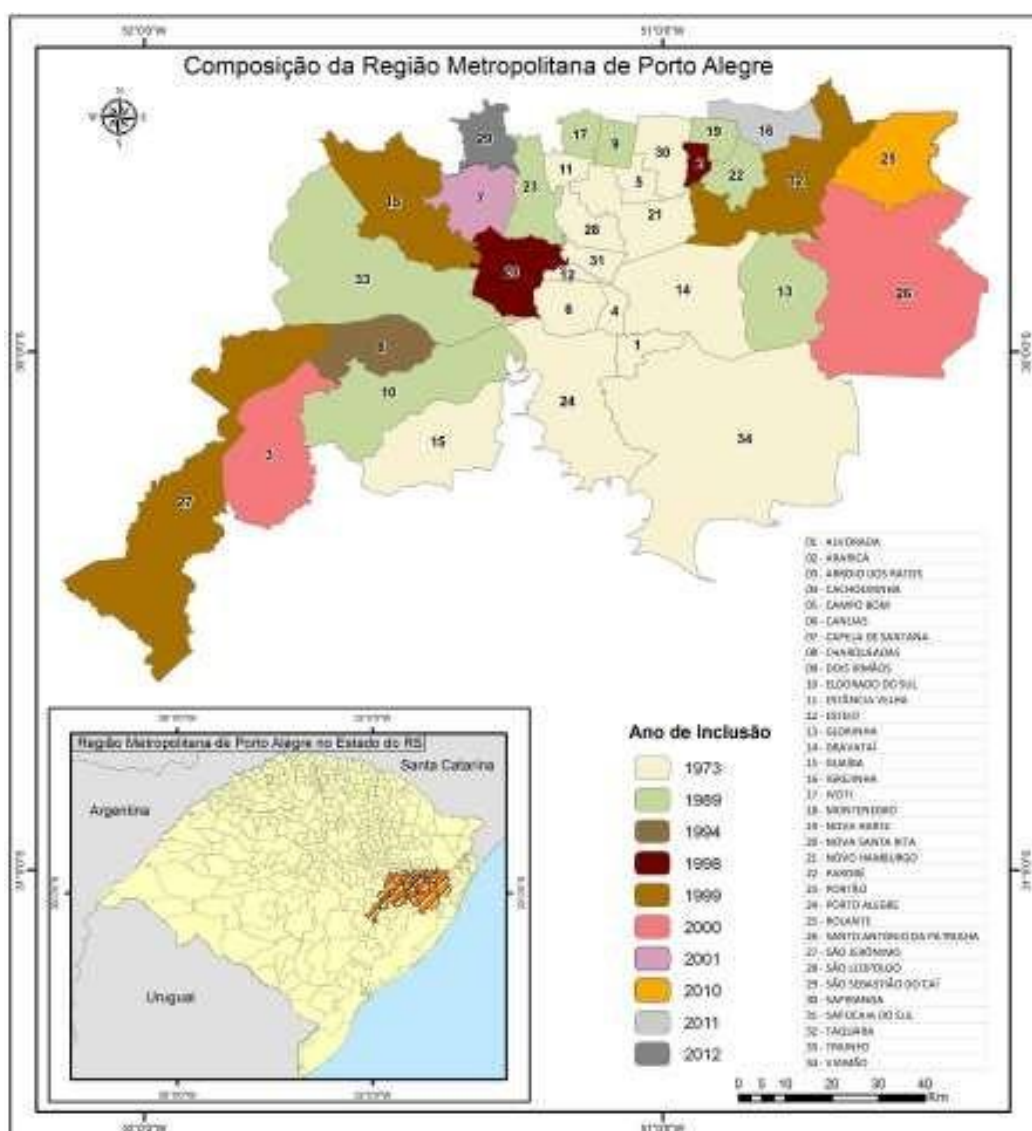
5.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A Região Metropolitana de Porto Alegre (RMPA) foi assim definida em 1973 pela Lei Complementar Federal nº 14/1973 e era integrada, em seu início, por 14 municípios que representavam 23% da população total do estado do Rio Grande do Sul. Atualmente, a RMPA é composta por 34 municípios (Figura 13) os quais são: Alvorada, Araricá, Arroio dos Ratos, Cachoeirinha, Campo Bom, Canoas, Capela de Santana, Charqueadas, Dois Irmãos, Eldorado do Sul, Estância Velha, Esteio, Glorinha, Gravataí, Guaíba, Igrejinha, Ivoti, Montenegro, Nova Hartz, Nova Santa Rita, Novo Hamburgo, Parobé, Portão, Porto Alegre, Rolante, Santo Antônio da Patrulha, São Jerônimo, São Leopoldo, São Sebastião do Caí, Sapiranga, Sapucaia do Sul, Taquara, Triunfo e Viamão, representando 37,7% da população do estado (CARRION; RODRIGUES, 2014). O principal objetivo da criação das regiões metropolitanas brasileiras foi buscar soluções para os problemas urbanos, partilhados pelas cidades aglomeradas, que extrapolavam a esfera dos municípios (CATALÃO, 2009 *apud* MARTINS, 2013).

A RMPA situa-se na zona nordeste do estado, estendendo-se ao norte da Laguna dos Patos até a região de Caxias do Sul. O espaço metropolitano é rodeado por um entorno de crescente expansão econômica e demográfica e “apresenta significativas diferenciações internas, não se constituindo num conjunto homogêneo e não se caracterizando como uma metrópole unipolar” (ZANDONAI, 2005). Conforme advertiu Silva em 2003 (*apud* MARTINS, 2013) “nem todos os municípios da RMPA estavam integrados fortemente pela mancha urbana formando um tecido urbano único” já que o processo de inclusão destes nem sempre priorizou a existência de conurbação como critério, o que melhor identificaria o fenômeno da metropolização (MARTINS, 2013).

Desde sua criação, a população da RMPA aumentou cerca de 160%. Este aumento deve-se, em grande parte, ao importante fluxo de migração rural-urbano que ocorreu nas décadas de 1970, 1980 e, em menor escala, na década de 1990 e na agregação de novos municípios para sua composição (CARRION; RODRIGUES, 2014).

Figura 13: Mapa da Região Metropolitana de Porto Alegre. Fonte: IBGE/METROPOLAN.



Atualmente, a RMPA é a área mais densamente povoada no estado do Rio Grande do Sul, sendo que em 2020, segundo as estimativas de população, concentrava 4.363.027 habitantes, o que corresponde a 38% da população total do

Estado (RIO GRANDE DO SUL, 2020). Apesar da alta taxa de urbanização da RMPA, que no ano de 2010 era 96,9%, 74,6% da população está concentrada em apenas 8 dos 34 municípios (Figura 14), segundo informações do Censo Demográfico de 2010 sistematizadas pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). A capital Porto Alegre é o único município que possui mais de 1 milhão de habitantes, sendo considerado o principal centro urbano do estado que representa 34,95% da população da RMPA, que pode ser facilmente identificado no mapa indicativo das áreas de concentração populacional da RMPA (Figura 15), mesmo com um crescimento populacional considerado muito baixo (Figura 16) (CARRION ; RODRIGUES, 2014).

Figura 14: Distribuição percentual da população por Municípios. Fonte: IBGE/METROPLAN.

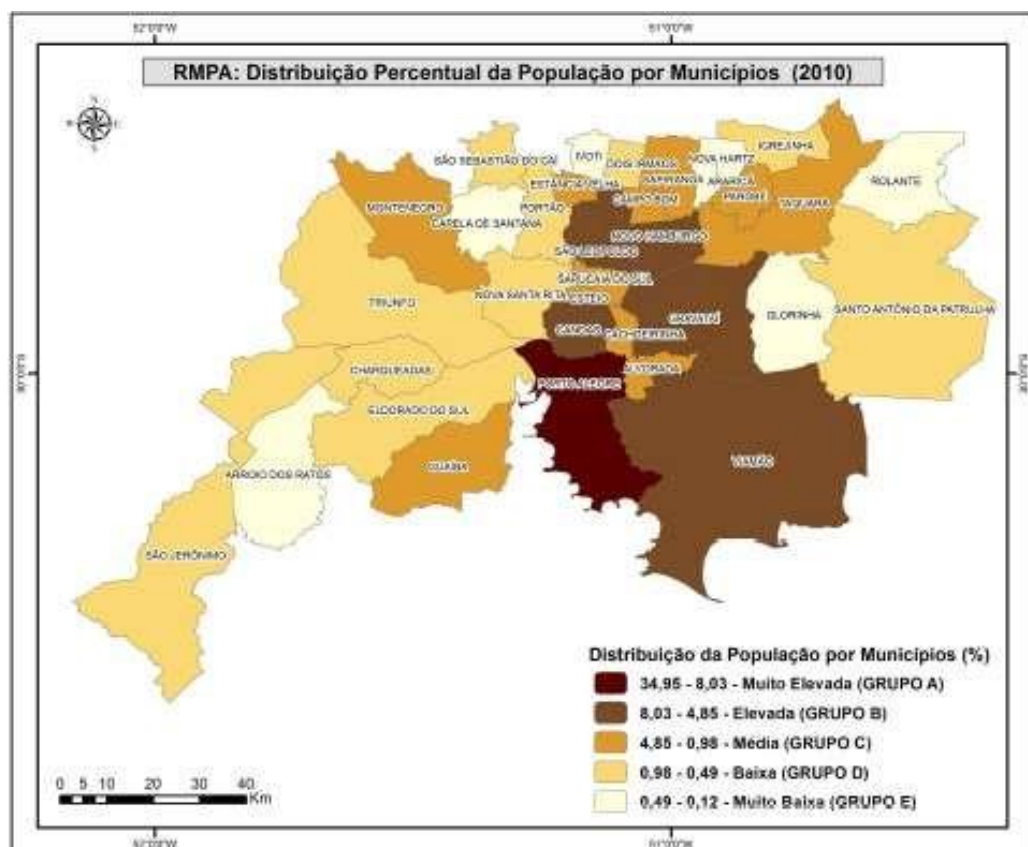
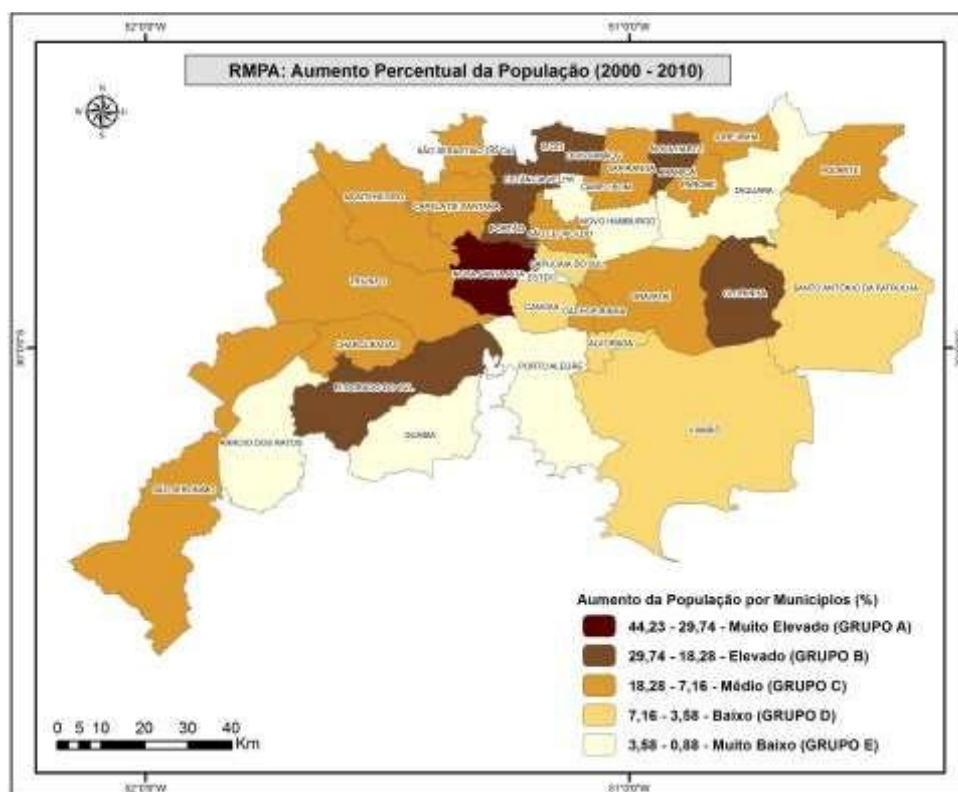


Figura 16: Crescimento regional da população. Fonte: IBGE/METROPLAN.



Segundo a Secretaria da Coordenação e Planejamento (2020), a densidade demográfica da RMPA é de 421,8 hab/km². A alta densidade demográfica pode apresentar efeitos positivos, como a possibilidade de economias de escala em alguns serviços e de desenvolvimento tecnológico, ou negativos, como a piora nas condições de saúde das populações, com o consequente aumento da mortalidade infantil, e os baixos níveis educacionais. Conforme Zandonai:

Estas condições de densidade populacional estão correlacionadas ao fenômeno denominado 'metropolização da pobreza' (Henriques, 2000), refletindo a tendência do aumento da incidência da pobreza nas regiões metropolitanas dos centros urbanos. Sob essa perspectiva, a distribuição espacial da pobreza seguiria padrões demográficos de crescimento populacional (incluindo tendências migratórias). De modo algum equivale à afirmação de que o crescimento populacional é uma causa da pobreza (isto é, de que as pessoas pobres são pobres porque têm mais filhos). Entretanto, cabe ponderar o papel das tendências demográficas na formação das situações que ensejam a metropolização da pobreza (2005. p.37).

Quanto à economia da região, conforme dados apresentados pelo Atlas Sócio Econômico do Rio Grande do Sul, em 2015, na RMPA encontravam-se

os dois extremos do estado em relação ao PIB *per capita* municipal. O município de Triunfo, devido à presença do Polo Petroquímico, apresentou o valor de R\$ 268.381,39, considerado o maior PIB *per capita* do Estado. Por outro lado, o município de Alvorada exibe o menor PIB *per capita* do Estado, o qual atingiu para o referido ano o valor de R\$11.353,07.

A RMPA, em sua extensão, é cortada por 6 bacias hidrográficas: lago Guaíba, rio Gravataí, rio dos Sinos, rio Caí, rio Jacuí e rios Taquari e Antas. Ainda no território metropolitano encontra-se a Área de Proteção Ambiental (APA) Estadual Delta do Jacuí (situada nos municípios de Porto Alegre, Canoas, Nova Santa Rita, Triunfo e Eldorado do Sul) e o Parque Estadual de Itapuã (situado no município de Viamão) ambas destinadas à proteção dos recursos naturais (MARTINS, 2013).

5.2 DELINEAMENTO DO ESTUDO

Este trabalho se tratou de um estudo descritivo transversal, com abordagem quantitativa e tendência temporal da distribuição dos casos de dengue na Região Metropolitana de Porto Alegre/RS e a relação dos casos autóctones com o Fenômeno ENOS.

5.3 COLETA, TRATAMENTO E ANÁLISE DOS DADOS

Foram analisadas informações provenientes das bases de dados do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN) disponibilizadas na internet pelo Ministério da Saúde via DATASUS através do TABNET e dos dados de anomalias da temperatura da superfície do mar (TSM) da região do Niño 3.4 (5°N-5°S, 120°- 170°W), fornecidos pela Administração Nacional Oceânica e Atmosférica (NOAA) no período de 2007 a 2019.

As Fichas de Notificação e Investigação do SINAN (ANEXO 1) são preenchidas pelos serviços de Saúde onde o paciente dá entrada e se tem a primeira suspeita da doença. As informações iniciais (dados pessoais do paciente, data de notificação e de início dos sintomas e sintomas relatados) são preenchidas pelos trabalhadores dos serviços porta de entrada, seja de atendimentos realizados pelo SUS, Planos de Saúde ou atendimentos realizados de maneira particular. Estas notificações são remetidas à Vigilância Epidemiológica dos municípios, que realizam busca ativa para qualificação dos dados e investigação do local provável de infecção (LPI), e a vigilância epidemiológica municipal que é responsável pelo acompanhamento e fechamento dos casos, incluindo o resultado de exames laboratoriais quando existentes e encerrando o caso de acordo com o desfecho final ocorrido. Após o encerramento dos casos, as informações das fichas são transmitidas verticalmente para os serviços de Vigilância em Saúde das Esferas Estaduais e Federais.

As características sociodemográficas coletadas e avaliadas para descrever o perfil epidemiológico das infecções por dengue, na região metropolitana de Porto Alegre, foram: sexo com as opções de resposta: Masculino, Feminino e Ignorado; faixa etária, registrada na notificação como idade porém quando exportados os dados do SINAN ele são categorizados nas seguintes faixas etárias: < 1 ano, 1 a 4 anos, 5 a 9 anos, 10 a 14 anos, 15 a 19 anos, 20 a 39 anos, 40 a 59 anos, 60 a 64 anos, 65 a 69 anos, 70 a 79 anos, 80 e + e em branco/ignorado; raça/cor com as opções de respostas: Branca, Preta, Amarela, Parda, Indígena e Ignorado; escolaridade com as opções de respostas: Analfabeto, 1ª à 4ª série incompleta do EF (antigo primário ou 1º grau), 4ª série completa do EF (antigo primário ou 1º grau), 5ª à 8ª série incompleta do EF (antigo ginásio ou 1º grau), Ensino Fundamental completo (antigo ginásio ou 1º grau), Ensino Médio incompleto (antigo colegial ou 2º grau), Ensino Médio completo (antigo colegial ou 2º grau), Educação Superior incompleta, Educação Superior completa, Ignorado e Não se aplica; se gestante ou não com as alternativas: 1º Trimestre, 2º Trimestre, 3º Trimestre, Idade gestacional ignorada, Não, Não se aplica e Ignorado; se autóctone do município de residência com as opções: Sim, Não e Indeterminado; classificação final com as alternativas: Descartado, Dengue, Dengue clássico, Dengue com sinais de alarme, Dengue com

complicações, Dengue grave, Febre hemorrágica da dengue e Síndrome do choque da dengue; critério de confirmação/descarte com as alternativas: Laboratório (para confirmação através de diagnóstico laboratorial), Clínico-epidemiológico (confirmação baseada em achados clínicos compatíveis com a doença e o paciente tem sido exposto a uma possível fonte pontual de infecção) e Em investigação; mês da notificação (para avaliar se há sazonalidade e se ela se mantém ao longo do período estudado) identificado através da data de notificação e evolução do desfecho do caso com as opções: Cura, Óbito pelo agravo, Óbito por outras causas, Óbito em investigação e Ignorado.

No que tange a variável classificação final é importante frisar que a Organização Mundial de saúde (OMS) alterou a classificação final da dengue no ano de 2013 assim, o que antes era considerado como classificação final: dengue clássico, dengue com complicações, febre hemorrágica da dengue, síndrome do choque da dengue e descartado passaram a ser consideradas, a partir de janeiro de 2014, como: dengue, dengue com sinais de alarme, dengue grave e descartado, por isso no momento da análise e apresentação dos resultados aparecem ambas classificações.

A caracterização do Fenômeno ENOS, realizada pela NOAA, é feita através de índices tais como o Índice Oscilação SUL (IOS) que considera a diferença de pressão entre o Taiti, no Pacífico Central e Darwin, na Austrália e os índices Niño (Niño 1+2, Niño 3, Niño 3.4 e Niño 4) que consideram as anomalias de temperatura da superfície do mar em diferentes regiões do Pacífico Equatorial.

Foram utilizados, neste trabalho, os índices Niño 3.4 que corresponde à anomalia entre as coordenadas 5°N e os 5°S e entre os 120° e os 170°W. Estes índices representam a média de anomalias e serão utilizados para identificar anos com eventos de El Niño Oscilação Sul, conforme disponibilizados no site da NOAA, sendo que episódios frios (La Niña) são considerados aqueles cujos índices são iguais ou menores que -0,5, episódios neutros possuem índices entre -0,4 e 0,4 e episódios cujos índices são iguais ou maiores que 0,5 são classificados como episódios quentes (El Niño).

Por fim, foi feita correlação, com auxílio do *software* R, entre o número de casos autóctones de dengue e o Índice IOS (Niño 3.4) com a finalidade de verificar se houve variação concomitante entre as variáveis (não implicando necessariamente em relação causal) ou se elas são independentes através do cálculo do coeficiente de correlação de Pearson, cujo $\alpha=0,05$ e do coeficiente de correlação de postos de Sperman, já que a variável “número de casos autóctones” não seguiu uma distribuição normal.

5.4 PROCEDIMENTOS ÉTICOS

Não houve necessidade de submeter o projeto para apreciação do Comitê de Ética em Pesquisa — CEP/CONCEP por se tratar de pesquisa baseada em dados secundários, de domínio público, disponibilizados na *Internet*, estando este estudo em conformidade com a Resolução nº 510/2016 do Conselho Nacional de Saúde.