



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DO PARÁ
INSTITUTO DE ENGENHARIA E GEOCIÊNCIA
CURSO DE CIÊNCIAS ATMOSFÉRICAS**

BEATRIZ DE SOUZA FREITAS

**INFLUÊNCIA DE VARIÁVEIS ATMOSFÉRICAS SOBRE A INCIDÊNCIA DOS
CASOS DE DENGUE NO MUNICÍPIO DE RIO BRANCO – AC**

**SANTARÉM – PA
2022**

BEATRIZ DE SOUZA FREITAS

**INFLUÊNCIA DE VARIÁVEIS ATMOSFÉRICAS SOBRE A INCIDÊNCIA DOS
CASOS DE DENGUE NO MUNICÍPIO DE RIO BRANCO – AC**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
para obtenção de grau de Bacharel em
Ciências Atmosféricas, Universidade Federal
do Oeste do Pará, Instituto de Engenharia e
Geociências.

Orientadora: Ana Carla dos Santos Gomes

**SANTARÉM – PA
2022**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBI/ UFOPA

- F866i Freitas, Beatriz de Souza
 Influência de variáveis atmosféricas sobre a incidência dos casos de dengue no município de Rio Branco - AC./ Beatriz de Souza Freitas. – Santarém, 2022.
 53 p.: il.
 Inclui bibliografias.
- Orientadora: Ana Carla dos Santos Gomes.
 Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal do Oeste do Pará, Instituto de Engenharia e Geociências , Curso Bacharelado em Ciências Atmosféricas.
1. Clima tropical. 2. Saúde pública. 3. Doenças endêmicas. I. Gomes, Ana Carla dos Santos, *orient.* II. Título.

CDD: 23 ed. 614.532

BEATRIZ DE SOUZA FREITAS

**INFLUÊNCIA DE VARIÁVEIS ATMOSFÉRICAS SOBRE A INCIDÊNCIA DOS
CASOS DE DENGUE NO MUNICÍPIO DE RIO BRANCO – AC**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado para obtenção de grau de Bacharel em Ciências Atmosféricas, Universidade Federal do Oeste do Pará, Instituto de Engenharia e Geociências.

Orientadora: Ana Carla dos Santos Gomes

Conceito:

—

Data de Aprovação __/__/__

Prof. Dra. Ana Carla dos Santos Gomes – Orientadora
Universidade Federal do Oeste do Pará

Prof. Dr. Raoni Aquino Silva de Santana
Universidade Federal do Oeste do Pará

Prof. Dr. Raphael Pablo Tapajós Silva
Universidade Federal do Oeste do Pará



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DO PARÁ
INSTITUTO DE ENGENHARIA E GEOCIÊNCIAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS ATMOSFÉRICAS**

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Ata de defesa do Trabalho de Conclusão de Curso do Bacharelado em Ciências Atmosféricas, de BEATRIZ DE SOUZA FREITAS.

Aos quatorze dias do mês de abril de 2022, no Instituto de Engenharia e Geociências, na unidade Tapajós, da Universidade Federal do Oeste do Pará, realizou-se a sessão pública de defesa de Trabalho de Conclusão de Curso do Bacharelado em Ciências Atmosféricas, do(a) aluno(a) BEATRIZ DE SOUZA FREITAS intitulado *INFLUÊNCIA DE VARIÁVEIS ATMOSFÉRICAS SOBRE A INCIDÊNCIA DOS CASOS DE DENGUE NO MUNICÍPIO DE RIO BRANCO – AC*. Compuseram a banca examinadora os professores Ana Carla dos Santos Gomes (orientadora), Raoni Aquino Silva de Santana e Raphael Pablo Tapajós Silva. Após a apresentação oral, os candidatos foram arguidos pelos componentes da banca que reuniram separadamente, e decidiram, aprovar, com nota 8,5 o TCC. Para constar, redigi a presente Ata, que aprovada por todos os presentes, vai assinada por mim, orientadora, e pelos demais membros da banca,

Profa. Dra. Ana Carla dos Santos Gomes (Orientadora)
Universidade Federal do Oeste do Pará - IEG

Raoni Aquino Silva de Santana Assinado de forma digital por Raoni Aquino Silva de Santana
Dados: 2022.05.05 18:48:54 -03'00'

Prof. Dr. Raoni Aquino Silva de Santana
Universidade Federal do Oeste do Pará - IEG

Prof. Dr. Raphael Pablo Tapajós
Universidade Federal do Oeste do Pará - IEG

Aos meus professores e a universidade
pelo apoio que me manteve aqui.

AGRADECIMENTO

A Deus, por me manter firme até nos momentos mais obscuros da minha jornada.

A UFOPA, pela oportunidade de vivenciar os quatro anos de maior aprendizado da minha vida.

Ao meu amigo, Marco Antônio pela força e pelo imenso auxílio na realização dessa pesquisa.

A minha orientadora, Profa. Dra. Ana Carla dos Santos Gomes, pela paciência e por seus grandes ensinamentos na minha vivência acadêmica, agradeço imensamente.

Ao meu melhor amigo, Lucas Aguiar por sempre me inspirar a ser melhor todos os dias. E as minhas amigas, Beatriz Mota, Laura Lima e Taiane Alves por me acompanhar nesses intensos anos de graduação e pela grande amizade construída até aqui.

A minha irmã Enaile, que me apoiou em diversos momentos durante a minha graduação.

A todos os meus professores do curso de Ciências Atmosféricas, pelo ensinamento e aprendizado, especialmente aos Profs. Dr. Theomar Trindade e Dr. Lucas Vaz Peres que abriram portas para minha jornada e pelo auxílio que me fez crescer academicamente.

A todos que de algum modo contribuíram para a minha formação.

“O esforço supera a genialidade!”
(Naruto)

RESUMO

A dengue se encaixa no perfil de arbovirose de maior prevalência no mundo, sendo assim é apontada como um preocupante problema de saúde pública, que é influenciado por fatores como a desigualdade social, crescimento populacional, mudanças climáticas, armazenamento de água e variabilidade climática. A atuação das variáveis meteorológicas já foi considerada e pesquisada, em que a temperatura do ar, umidade relativa do ar e precipitação pluvial representaram maiores correlações com a proliferação da dengue nessas pesquisas. O objetivo do presente estudo é detectar e analisar a associação entre as variáveis meteorológicas precipitação pluvial, umidade relativa, temperatura máxima e mínima, e as internações hospitalares por dengue durante o período de 2008 a 2018 no município de Rio Branco, no estado do Acre. Utilizou-se do teste não – paramétrico de Mann-Kendall e teste de correlação cruzada para encontrar possíveis associações entre os dados epidemiológicos e os dados climáticos. Baseando-se nos dados analisados, pode-se indicar a influência das variáveis meteorológicas nas internações hospitalares por dengue. O teste de Mann-Kendall demonstrou significância estatística com uma tendência negativa na série temporal, apesar de não significar que a doença esteja diminuindo, considerando que muitos casos possam não ser notificados, além da automedicação ser mais utilizada. A correlação cruzada mostra *lags* positivos na precipitação e umidade relativa, e *lags* negativos, na temperatura máxima e mínima, todas com significância estatística. O fator sazonal é predominante na taxa de internações, logo, os resultados negativos e positivos em conjunto, fornecem um ambiente propício a proliferação da doença, indicando que os dados climáticos interferem ao menos substancialmente na ocorrência da doença. Os resultados da pesquisa podem ser úteis na elaboração e planejamento de políticas educacionais e de controle da doença vetorial, dengue.

Palavras-chave: Clima tropical. Saúde pública. Doenças endêmicas.

ABSTRACT

Dengue fits the profile of arboviruses of higher prevalence in the world, and thus is pointed as a worrisome public health problem, which is influenced by factors such as social inequality, population growth, climate change, water storage and climate variability. The action of meteorological variables has been considered and researched, in which air temperature, relative humidity and rainfall have represented greater correlations with the proliferation of dengue in these studies. The objective of the present study is to detect and analyze the association between the meteorological variable's rainfall, relative humidity, maximum and minimum temperature, and hospital admissions for dengue during the period from 2008 to 2018 in the municipality of Rio Branco, in the state of Acre. It was used the non - parametric Mann-Kendall test and cross correlation test to find possible relationships between epidemiological data and climate data. Based on the data analyzed, one can indicate the influence of meteorological variables on dengue hospital admissions. The Mann-Kendall test showed statistical significance with a negative trend in the time series, although it does not mean that the disease is decreasing, considering that many cases may not be reported, besides self-medication being more used. The cross correlation shows positive lags in precipitation and relative humidity, and negative lags in maximum and minimum temperature, all with statistical significance. The seasonal factor is predominant in the rate of hospitalizations, so the negative and positive results together provide a favorable environment for the proliferation of the disease, indicating that the climatic data interfere at least substantially in the occurrence of the disease. The results of this research can be useful in the elaboration and planning of educational and control policies for the vector disease, dengue.

Keywords: Tropical climate. Public health. Endemic diseases.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Impacto do aquecimento global na probabilidade de transmissão da dengue. Mapa (A) de 1990 e mapa (B) em 2085, baseado em dados climáticos de 1961 a 1990.....	18
Figura 2 - Tipos de criadouros de do mosquito <i>Aedes Aegypti</i> por município. Brasil, 1999	19
Figura 3 - Distribuição espacial dos países afetados pelo vírus da dengue.....	20
Figura 4 - Ciclo de vida do mosquito <i>Aedes aegypti</i>	22
Figura 5 - Série temporal de casos de dengue reportados desde 1980 a 2021, na região das Américas.....	23
Figura 6 - Taxa de incidência de dengue por ano de ocorrências nas regiões do Brasil, 1986 – 1990	24
Figura 7 - Flutuação sazonal da zona de convergência intertropical.....	26
Figura 8 - Mapa de massas de ar no Brasil, inverno e verão	27
Figura 9 - Posição climatológica da Alta da Bolívia de outubro a abril, 2008.....	27
Figura 10 - Localização da área de estudo – Rio Branco/AC	30
Figura 11 - Série temporal e tendência de casos por dengue em Rio Branco/AC - 2008 a 2018	35
Figura 12 - Boxplot da temperatura máxima média em Rio Branco/AC - 2008 a 2018.....	36
Figura 13 - Boxplot da temperatura mínima média em Rio Branco/AC - 2008 a 2018.....	36
Figura 14 - Boxplot da precipitação pluvial média em Rio Branco/AC - 2008 a 2018	37
Figura 15 - Boxplot da umidade relativa do ar média em Rio Branco/AC - 2008 a 2018... ..	38
Figura 16 - Boxplot das internações média por dengue em Rio Branco/AC - 2008 a 2018 ..	39
Figura 17 - Correlograma de correlação cruzada entre temperatura máxima e internações hospitalares por dengue em Rio Branco/AC - 2008 a 2018	40
Figura 18 - Correlograma de correlação cruzada entre temperatura mínima e internações hospitalares por dengue em Rio Branco/AC - 2008 a 2018	41
Figura 19 - Correlograma de correlação cruzada entre precipitação e internações hospitalares por dengue em Rio Branco/AC - 2008 a 2018	41
Figura 20 - Correlograma de correlação cruzada entre umidade relativa do ar e internações hospitalares por dengue em Rio Branco/AC - 2008 a 2018	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Número de casos prováveis e taxa de incidência (/100 mil hab.) de dengue, por região e unidade federada, Brasil, 2021	25
--	----

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AB	Alta da Bolívia
Bdmep	Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa
Datasus	Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
Inmet	Instituto Nacional de Meteorologia
MEC	Massa de Ar Equatorial Continental
MK	Teste de Mann-Kendall
Sesacre	Secretaria de Estado de Saúde
SIH/SUS	Sistema de Informações Hospitalares do Sistema Único de Saúde
ZCIT	Zona de Convergência Intertropical

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
2. OBJETIVOS	17
2.1 Objetivo geral	17
2.2 Objetivos específicos	17
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	18
3.1 Clima e Dengue	18
3.1.1 Aspectos relacionados a Dengue.....	20
3.2 Incidência de dengue no mundo e no Brasil	23
3.2.1 Dengue na região Norte do Brasil	24
3.3 Principais sistemas atmosféricos atuantes na região do Acre	25
3.3.1 Zona de convergência intertropical – ZCIT	25
3.3.2 Massa de ar equatorial continental -mEc	26
3.3.3 Alta da Bolívia – AB.....	27
3.4 Teste de Mann-Kendall em séries temporais de dengue	28
3.5 Correlação cruzada aplicada as condições atmosféricas e dengue	28
4. METODOLOGIA	30
4.1 Caracterização da área de estudo	30
4.2 Dados meteorológicos e epidemiológicos	31
4.3 Métodos Estatísticos	31
4.3.1 Mann-Kendall.....	31
4.3.2 Correlação Cruzada	32
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
6. CONCLUSÃO	44
REFERÊNCIAS	46

1.INTRODUÇÃO

As primeiras teorias da influência climática na saúde humana são atribuídas ao considerado “pai da medicina” Hipócrates, no qual o médico grego abordava que era imprescindível observar fatores como a estação do ano, o local e as condições atmosféricas em que ocorriam a proliferação de doenças (SOUZA, 2018). Atualmente considera-se esse tipo de pesquisa de suma importância para a saúde pública, logo, os estudos que procuram a associação clima-saúde, aumentam a cada dia (SOUZA; NETO, 2008; MASTROMAURO, 2010; SETTE; RIBEIRO, 2011).

Ao redor do mundo cerca de 3,9 bilhões de pessoas estão suscetíveis a serem infectadas por doenças vectoriais que são influenciadas pelo clima, como por exemplo, a dengue. Essas pessoas residem nas regiões que a doença tem uma maior disseminação, sendo essas as faixas tropicais e subtropicais, na qual a sua distribuição espacial geralmente se concentra na zona rural (ALMEIDA, 2016; WHO, 2022). Nessas regiões diversos fatores podem ser ligados a suscetibilidade da doença, como por exemplo, as mudanças climáticas, irrigação e armazenamento de água, variabilidade climática, manipulação no uso da terra, urbanização e crescimento populacional (SUTHERST, 2004).

A dengue se encaixa no perfil de arbovirose de maior prevalência no mundo, considerando o risco em potencial para 40% da população (VIANA et al., 2013). Segundo Machado et al., (2009), a patologia é apontada como um preocupante problema de saúde pública, isso devido a desigualdade social e fatores socioculturais que favorecem para a sua proliferação.

A dengue trata-se de uma doença de origem viral que tem como agente etiológico o vírus do gênero Flavivírus, na qual a doença se apresenta de forma febril e aguda (FIGUEIREDO e FONSECA, 1996). Ela é transmitida principalmente através de mosquitos fêmeas das espécies *Aedes aegypti*, mas também pelo *Aedes albopictus*, porém, em um grau bem menor. Essa tipologia de mosquito é também conhecida por serem vetores de vírus como a febre amarela, Chikungunya e Zika (WHO, 2022).

Atualmente cinco sorotipos já foram identificados, sendo eles o DEN-1, DEN-2, DEN-3, DEN-4 e o DEN-5 em que esse foi inicialmente identificado durante uma epidemia que ocorreu na Malásia no ano de 2007, trazendo novos obstáculos para o controle da doença (NORMILE, 2013; MUSTAFA et al., 2015). De forma clínica, existe variações no modo em que se manifesta, podendo ser desde uma síndrome viral, benigna e não específica, até uma

situação fatal e grave de doença hemorrágica com choque (FIGUEIREDO e FONSECA, 1996).

A ocorrência da doença é observada principalmente nas zonas urbanas das cidades e metrópoles. Geralmente essas cidades são de países subdesenvolvidos, locais esses mais propícios a proliferação do patógeno, devido aos fatores socioambientais. As questões de saúde pública, como a infraestrutura, saneamento básico e questões climáticas, são essenciais para a incidência da doença (MENDONÇA, 2010). Os números altos de casos notificados nos espaços urbanos destacam o risco e vulnerabilidade da população em virtude da doença, onde os bairros periféricos mais populosos das cidades, apresentam mortalidade e incidência acentuados (TAUIL, 2001).

O estado do Acre se encaixa no perfil de locais com maior possibilidade de haver incidência de casos de dengue, apresentando saneamento básico inadequado, revelando a influência socioeconômica que a região é submetida. Cavalcante Neto et al., (2019) cita que a população utiliza depósitos para armazenando de água, devido à falta de estrutura da região.

De acordo com Almeida (2016), o vetor da dengue tem um comportamento associado a sazonalidade climática, por via disso, é essencial analisar variáveis meteorológicas e sua possível influência. Diversos estudos (WATTS et al., 1987; PATS et al., 1998; JARBAS JÚNIOR e FERNANDO JUNIOR, 2008) citam as variáveis meteorológicas mais importantes na averiguação de associação do clima e dengue, sendo essas a temperatura do ar, umidade relativa e precipitação.

Sabendo a interferência do clima na incidência de doenças transmissíveis, é importante conhecer a dinâmica do clima local e regional. Os sistemas atmosféricos que são responsáveis pelo comportamento climático da área de estudo são condicionantes essenciais para debater os casos de internações por dengue.

Nessa concepção, a região do estado do Acre é vista como vulnerável a suscetibilidade da dengue, devido a desigualdade social e questões socioambientais. Além disso faz parte da região amazônica que tem um clima propício ao desenvolvimento do vetor. Logo, estudar e analisar o comportamento de dados de saúde de dengue e variáveis meteorológicas é imprescindível, para auxiliar no planejamento, implantação e elaboração de políticas de via pública para o combate ao vetor do *Aedes Aegypti*.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

O objetivo do presente estudo é detectar e analisar a associação entre as variáveis meteorológicas precipitação pluvial, umidade relativa, temperatura máxima e mínima, e as internações hospitalares por dengue durante o período de 2008 a 2018 no município de Rio Branco, no estado do Acre.

2.2 Objetivos específicos

- Procurar e analisar possíveis tendências dentro da distribuição temporal das internações hospitalares.
- Analisar a distribuição anual e mensal dos casos de dengue.
- Discutir a influência das condições atmosféricas e averiguar a existência de sazonalidade na série temporal.
- Procurar efeitos prolongados das variáveis meteorológicas através da técnica de correlação cruzada.

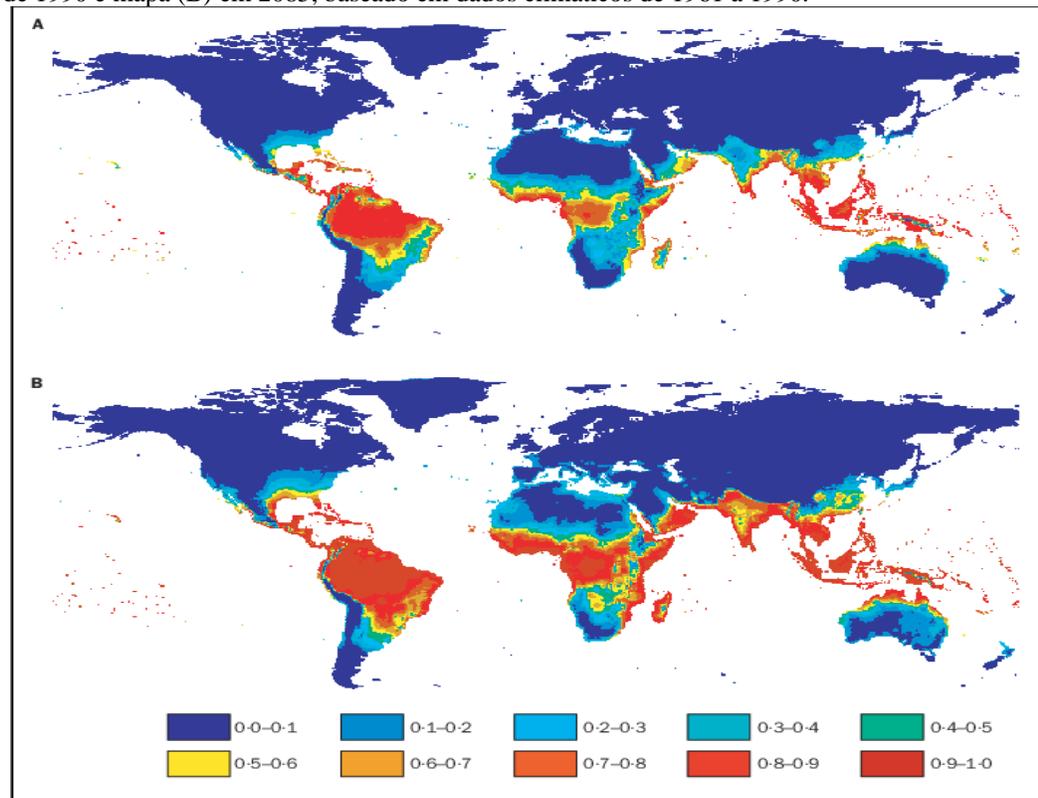
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Clima e Dengue

Ayoade (2010) menciona como as variações climáticas exercem uma crescente influência no cotidiano da sociedade, tendo diferentes meios de manifestar-se, sendo a saúde humana um dos principais meios. Dessa forma, a inconstância do tempo atmosférico e clima e o agravamento de determinadas doenças, traz à tona o debate da possível relação direta ou indireta. Nesse cenário, o controle de morbidade pode sofrer interferência de diversos fatores, como por exemplo, térmicos, pluviométricos, higrométricos e de espalhamento de poluentes através dos ventos.

De acordo com Cowell e Patz (1998), as mudanças de longo prazo no clima e a variabilidade climática, atuam na alteração da ocorrência e propagação de doenças infecciosas, causando diversos efeitos nos microrganismos patogênicos, hospedeiros, vetores e reservatórios. É exibido na figura 1 como as mudanças climáticas poderão impactar a transmissão da dengue futuramente.

Figura 1. Impacto do aquecimento global na probabilidade de transmissão da dengue. Mapa (A) de 1990 e mapa (B) em 2085, baseado em dados climáticos de 1961 a 1990.



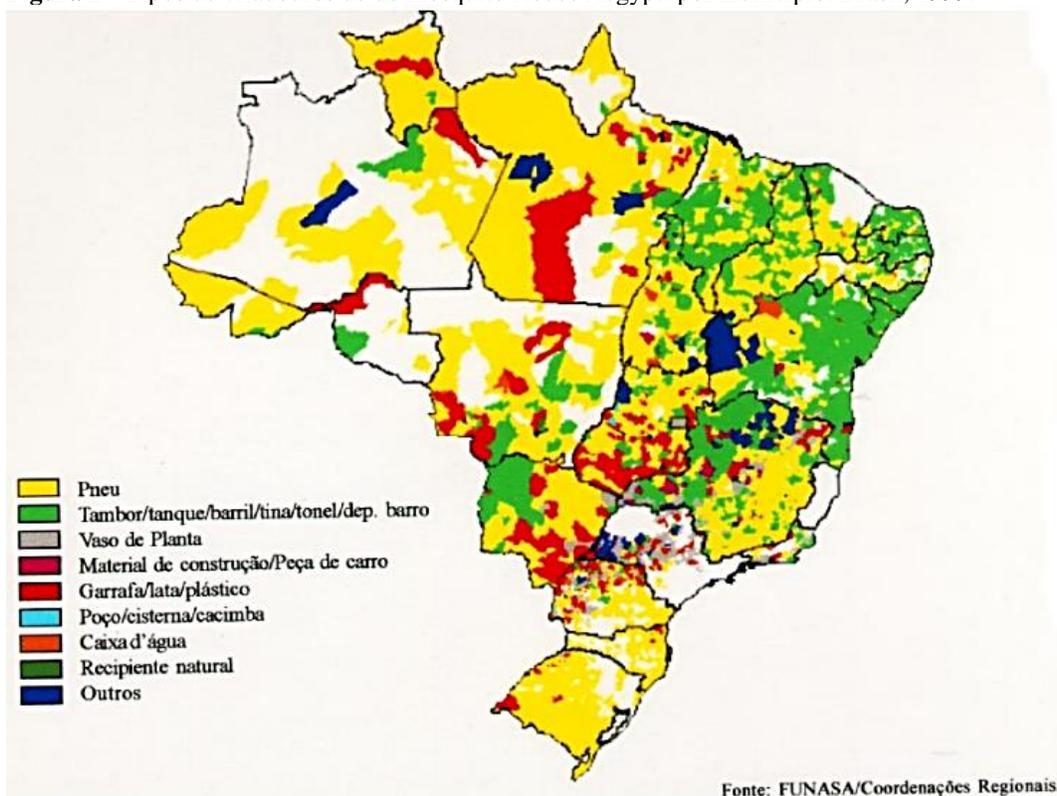
Fonte: VAIDYA et, al., (2016).

Dessa forma, doenças como a dengue apresentam uma tendência maior de se manifestarem em regiões de clima tropical, devido as suas características serem favoráveis

para a reprodução das patogêneses (AYODE, 2004). Esse limite latitudinal quanto à distribuição da doença está ligado diretamente a temperatura, considerando que o vetor se mostra incapaz de suportar invernos rigorosos, característico das médias e altas latitudes (TORRES, 2005).

Aleixo e Sant'anna Neto (2011) reverberam que no Brasil as principais doenças que tem essa relação direta com o clima, são as de circulação hídrica, tais como: leptospirose e dengue, nas quais essas dependem da forma de disponibilidade e da quantidade de água no meio urbano. No caso da dengue, o sistema urbano é o principal setor de proliferação do vetor da doença, devido a quantidade substancial de recipientes (garrafas, pneus, baldes e latas) (Figura 2) disponíveis nessa área das cidades (ALMEIDA, 2016).

Figura 2 - Tipos de criadouros de do mosquito *Aedes Aegypti* por município. Brasil, 1999.



Fonte: Adaptado por Teixeira et al., (1999).

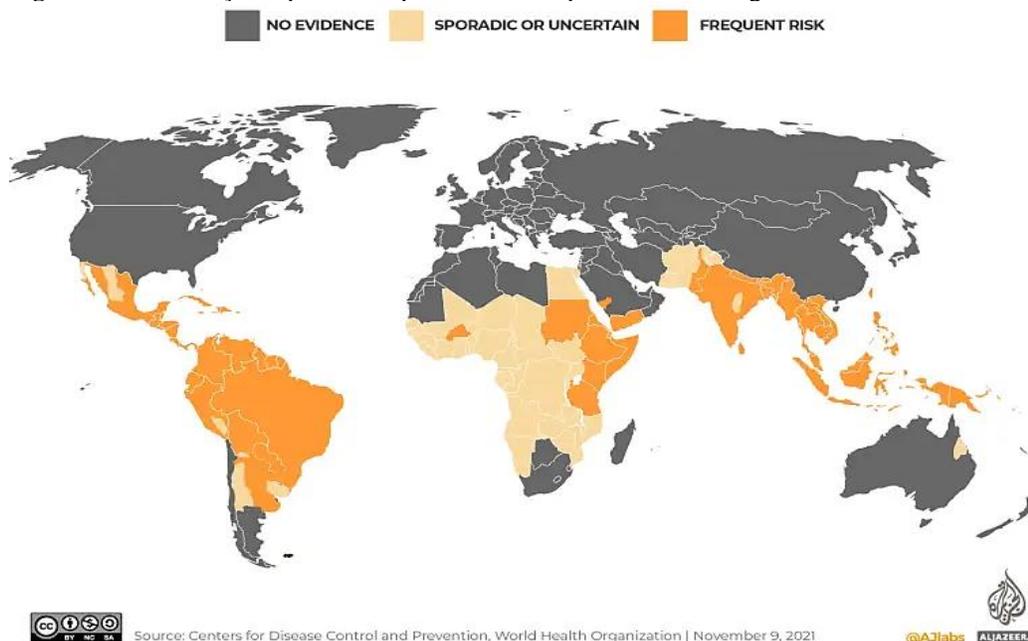
Segundo Almeida (2016), regiões com altas taxas de pluviosidade são as mais suscetíveis a apresentarem casos de dengue, demonstrando como essa variável atmosférica tem uma atuação importante nesses casos. No entanto, a temperatura também desempenha um papel significativo, considerando que o vetor da doença é geralmente encontrado nas regiões tropicais e subtropicais, locais com características de altas temperaturas.

É importante frisar que as variáveis meteorológicas que tem uma maior significância e interferência na incidência do vetor da dengue são a precipitação pluviométrica, umidade relativa e temperatura do ar, não descartando a influência de outras variáveis, como o vento, por exemplo, que é relativamente discutido na literatura (ROUQUAYROL, 1999).

3.1.1 Aspectos relacionados a Dengue

Segundo Jarbas Júnior e Fernando Junior (2008), o vetor predominante da dengue, o *Aedes Aegypti*, tem sua origem na região da África Subsaariana, apesar de atualmente viver nas faixas tropicais e subtropicais do globo, nas latitudes 35°N e 35°S. O vírus da dengue é considerado a doença tropical de mais rápida propagação, à vista disso, existe um potencial epidêmico relacionado a essa patologia. A figura 3 apresenta a frequência de risco da doença no mundo.

Figura 3 - Distribuição espacial dos países afetados pelo vírus da dengue.



Fonte: Organização mundial da saúde – OMS (2021).

Catão (2012), menciona que a intensa circulação do vírus está ligada ao aumento de viagens de pessoas e bens materiais, nas quais o fluxo intenso auxilia na disseminação do vetor. Vale lembrar também que com o passar dos anos, o mosquito se adaptou a presença das pessoas, e em virtude disso, apresenta a maior incidência da patologia na zona rural das cidades tropicais (GUBLER, 2004).

Estudos como os de Koopman et al., (1991); Hoop e Foley (2001), revelam que os modelos preditivos relacionados a propagação do vírus da dengue, demonstram a

importância das variáveis meteorológicas, que por conseguinte, contribuem tanto na distribuição quanto na ocorrência da doença.

Ocasões de epidemia da doença foram observadas principalmente nas zonas urbanas, especialmente no período chuvoso, quando geralmente é mais intensa a presença do vetor. Como é característico do clima tropical a presença de elevados índices de chuva e altas temperaturas, causam o acúmulo de poços de água, tornando o ambiente favorável para a reprodução do mosquito (MEDRONHO, 2001; INSTITUTO EUROPEU DE MEDICINA, 2000; POVO, 2002).

No continente americano, a maneira como o vírus da dengue permanece no meio ambiente, se dá através do ciclo de transmissão, homem → *Aedes aegypti* → homem. O período de transmissão é composto por dois ciclos: o que ocorre no homem, intrínseco e o que ocorre no vetor, o extrínseco que tem o período de oito dias aproximadamente estando a uma temperatura de 32°C e até dezesseis dias a uma temperatura de 22°C (FOCKS et al, 1995). Esse ciclo intrínseco e extrínseco é descrito por Almeida (2016) na qual ele discorre:

Quando o vírus da dengue circulante no sangue de um humano em viremia é ingerido pela fêmea do mosquito durante o repasto, infecta o intestino médio e depois se espalha sistemicamente ao longo de um período de 8 a 12 dias. Após esse período de incubação extrínseca, o vírus pode ser transmitido para humanos durante futuros repastos. Este período de incubação é influenciado por fatores ambientais, especialmente a temperatura (ALMEIDA, 2016, p. 34).

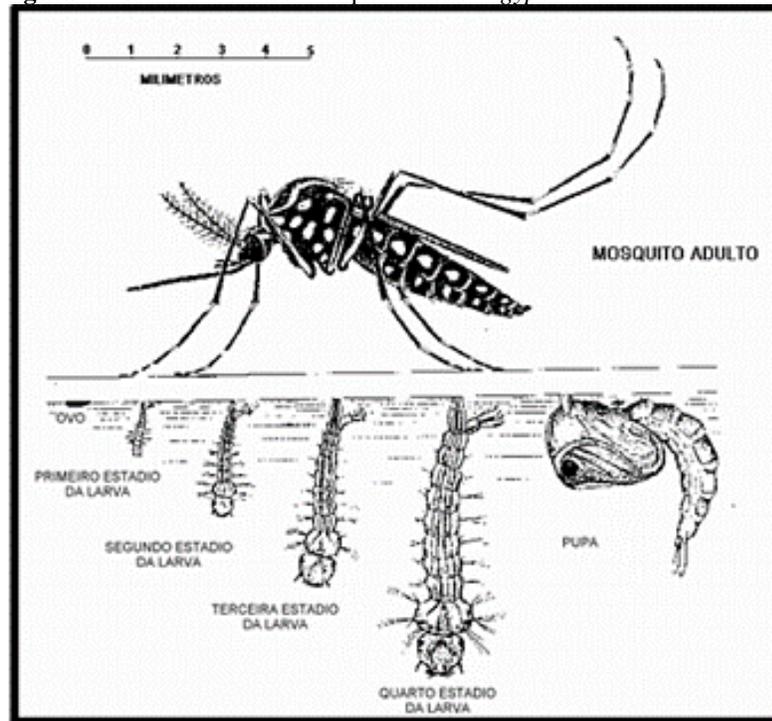
De acordo com Brasil (2014), após todo esse processo, o mosquito não apresenta mais risco de contaminação até o final do seu período de vida, que é entre 6 a 8 semanas.

A inoculação do vírus ocorre através da picada do mosquito fêmea tendo um período de incubação entre 4 a 10 dias. Para realizar a maturação dos ovos, a fêmea do *Aedes* se nutre do sangue humano, e em dois dias pode eclodir, caso receba as condições ideais de umidade e temperatura (BARACHO, 2013).

Segundo Magalhães (2011), o mosquito tem um ciclo de vida (figura 4) composto por quatro estágios, que são: eclosão, desenvolvimento, pulpa e metamorfose. A eclosão ocorre a partir do contato dos ovos com a água, esse passo é primordial. Logo após ocorrer a eclosão, as pequenas larvas irão passar pelos quatro períodos de desenvolvimento, na qual durante esse processo o tempo varia de acordo com a quantidade de alimento disponível, temperatura do ambiente e a densidade larvária que depende do recipiente em que as larvas estão. O próximo estágio é a fase da pulpa e após, a fase da metamorfose, transformando-se em mosquito. Como os fatores necessários para a ocorrência do ciclo são extremamente

complexos, não é possível fazer uma estimativa concreta do tempo necessário para o mesmo ocorrer.

Figura 4 - Ciclo de vida do mosquito *Aedes aegypti*.



Fonte: Cadernos de atenção básica – Ministério da saúde (2008).

Ao longo dos anos o vírus da dengue começou a se adaptar as condições ambientais e climatológicas da área urbana das cidades, devido a isso muitas pesquisas na área foram iniciadas a fim de entender os novos comportamentos e hábitos desse vetor (ALMEIDA, 2016). Por exemplo, a fundação Oswaldo Cruz coordenou a pesquisa em que descobriram que os ovos do mosquito podem sobreviver em ambientes sem água por até 12 meses, e até sobreviver em água limpa (FIOCRUZ, 2008).

Jarbas Júnior e Fernando Junior (2008) revelam que fatores de viés meteorológico prejudicam a reprodução e sobrevivência do mosquito. Utilizando esses parâmetros climatológicos e geográficos é possível subdividir as áreas em que é esperado que a propagação se apresente de forma esporádica, epidêmica ou endêmica.

Estudos clássicos da biometeorologia como o de Watts et al., (1987) notaram que a variável temperatura interfere na longevidade do mosquito e também nas práticas de repasto sanguíneo. Já trabalhos como o de Pats et al., (1998) mostram que a precipitação e a temperatura são imprescindíveis para determinar o padrão cíclico anual da doença, visto que essas variáveis interferem na eficiência do vetor do *Aedes aegypti*.

3.2 Incidência de dengue no mundo e no Brasil

Estudos como os de WHO (2015^a) e GONÇALVES et al., (2015) debatem sobre a distribuição espacial de dengue no mundo, e discutem o quão preocupante é para a saúde pública, quando é retratado que os países com registro do vírus eram inicialmente nove e em 2015 já contabilizava mais de cem países com registro da doença.

A literatura registra a primeira epidemia de dengue no ano de 1779, no Egito e na Indonésia (CAREY, 1971). No período da segunda guerra mundial houve o aumento da incidência, especificamente da dengue clássica na região do sudeste da Ásia. Em relação a dengue hemorrágica, os primeiros casos dessa são datadas de 1950, na Tailândia e nas Filipinas (LIZZI, 2012).

O trabalho de Rodhain (1996) menciona que durante o fim do século XX, os pesquisadores estimavam que 2,5 bilhões de pessoas se encontravam sob risco de contágio da dengue, com a ocorrência de 60 milhões de casos e de 30 mil mortes por ano. A figura 5 apresenta a incidência de dengue já registrada nas Américas.

Figura 5 - Série temporal de casos de dengue reportados desde 1980 a 2021, na região das Américas.



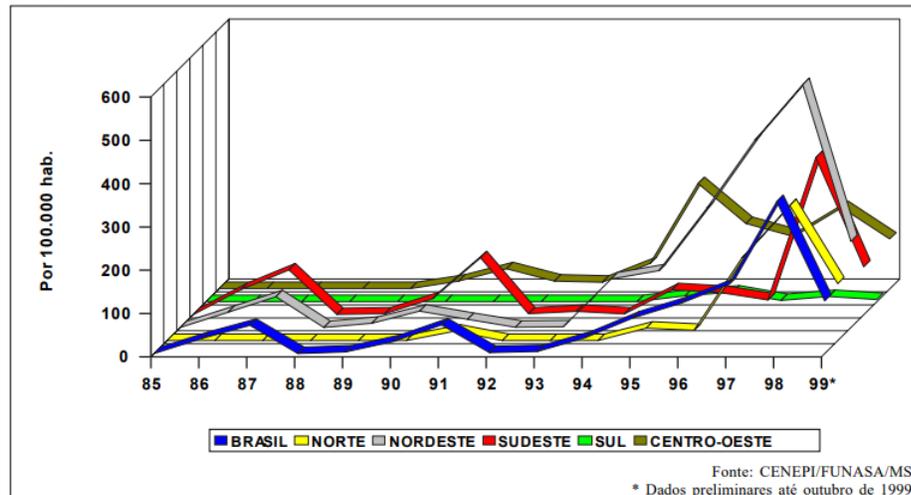
Fonte: Organização Pan-Americana da Saúde – Organização Mundial da Saúde (2021).

Pedro (1923), relata que no Brasil o primeiro registro de epidemia de dengue aconteceu no ano de 1922, no Rio de Janeiro, na cidade de Niterói. Em 1990 circulava em Niterói os sorotipos DENV-1 e DENV-2, na qual ocorreu também os primeiros registros de dengue hemorrágica. Esse período é marcado por uma grande epidemia da doença,

justamente devido a circulação dos dois sorotipos supracitados. Durante essa epidemia foram notificados 140.000 casos de dengue (NOGUEIRA et al., 1990; NOGUEIRA et al., 1993).

Nos anos seguintes a doença se espalhou para outras regiões brasileiras (figura 6). O DENV-3 teve seu primeiro isolamento no Rio de Janeiro, em Nova Iguaçu no ano de 2000 (NOGUEIRA et al., 2001). Já em 2008, o sorotipo DENV-4 foi notificado no estado do Amazonas, entretanto o isolamento do sorotipo ocorreu no estado de São Paulo apenas em 2011 (FIGUEIREDO et al., 2008; ROCCO et al., 2012).

Figura 6 - Taxa de incidência de dengue por ano de ocorrências nas regiões do Brasil, 1986 – 1990.



Fonte: Adaptado por Teixeira et al., (1999).

3.2.1 Dengue na região Norte do Brasil

Uma das regiões brasileiras que mais sofre com a circulação do vetor da dengue é a região norte do Brasil, na qual é altamente influenciada pelas questões socioeconômicas, apresentando um número alto de notificações da doença durante o ano. Estados da Amazônia como Acre, Amazonas, Mato Grosso, Rondônia e Pará são consideradas potenciais para a incidência da patologia, devido a questão social, visto que existem muitas pessoas em situação de vulnerabilidade socioeconômica. Além desses fatores sociais, esses estados recebem atuação da sazonalidade bioclimática, atuantes nas duas estações do ano, seca e chuvosa, geralmente caracterizadas por queimadas, desmatamento e enchentes. Além da dengue, a incidência de surtos de malária e ocorrência de doenças respiratórias é bem presente no norte brasileiro (DUARTE e MASCARENHAS, 2007).

Na região Norte, o estado do Acre periodicamente ocupa a colocação dos estados com maior taxa de incidência de dengue da Amazônia (tabela 1). Em 2018, a Secretaria de Estado de Saúde (SESACRE), divulgou que os casos de dengue aumentaram em 127%

quando comparados ao ano interior. Os municípios de maior ocorrência foram Cruzeiro do Sul com 1.910 notificações e Rio Branco com 846 naquele ano (SESACRE, 2018).

Tabela 1 - Número de casos prováveis e taxa de incidência (/100 mil hab.) de dengue, por região e unidade federada, Brasil, 2021.

Região/UF	Dengue SE 10	
	Casos	Incidência (casos/100 mil hab.)
Norte	15.821	84,7
Rondônia	629	35,0
Acre	11.778	1.316,8
Amazonas	2.030	48,2
Roraima	27	4,3
Pará	851	9,8
Amapá	51	5,9
Tocantins	455	28,6

Fonte: Sinan Online (/2021). Sinan Net. Boletim Epidemiológico do Ministério da Saúde (2021).

Em geral os aumentos nos casos de dengue são associados à chegada da época chuvosa na região, o “inverno amazônico”. Segundo a secretaria de saúde do Acre (2018), é um período que acaba sendo ideal para a procriação do vetor. Os sistemas responsáveis pelas chuvas na região podem ser diversos, entretanto alguns possuem uma maior influência. Entende-los é essencial para relaciona-los à incidência da dengue.

3.3 Principais sistemas atmosféricos atuantes na região do Acre

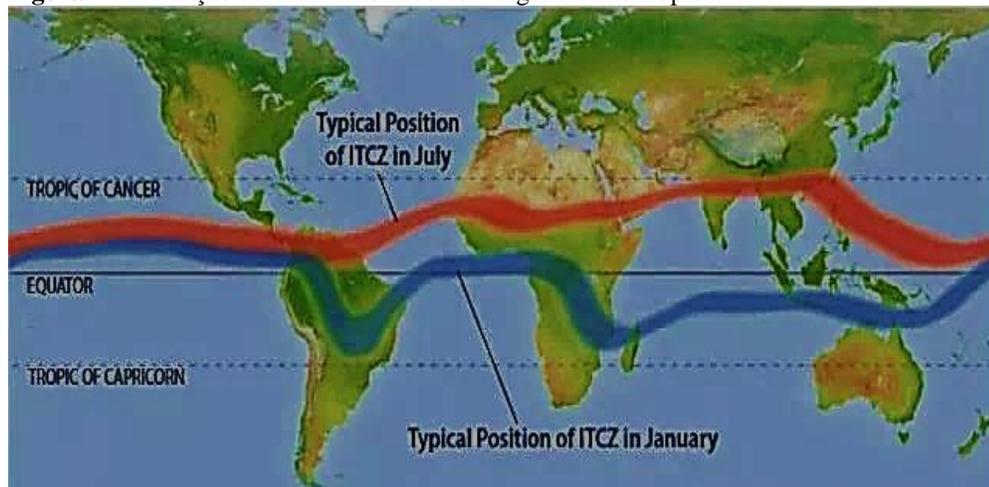
É interessante ter o conhecimento do comportamento do clima regional, logo uma breve revisão sobre os sistemas que atuam sobre o estado do Acre faz-se necessário. Duarte (2005) diz que a região da Amazônia onde o estado do Acre subsidia, recebe o efeito de diferentes fenômenos hidro climáticos, tendo uma extensa variabilidade interanual no regime de precipitação. Os principais sistemas que atuam sobre essa região são: Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), massa de ar Equatorial Continental (mEc) e eventualmente a Alta da Bolívia (AB) que juntamente com a ZCIT também ocasionam chuvas nessa região. Esses sistemas são responsáveis pelo comportamento em geral das variáveis meteorológicas em Rio Branco/AC, subsequentemente influencia no desenvolvimento e na incidência do vetor *Aedes Aegypti*.

3.3.1 Zona de convergência intertropical – ZCIT

Segundo Reboita et al., (2010), a ZCIT é uma região confluyente em que os ventos alísios do hemisfério sul e os ventos alísios do hemisfério norte se encontram, essa área é característica de fortes atividades convectivas. Na parte norte do Brasil, ela pode atuar de duas maneiras: por meio de aglomerados convectivos que se formam por toda a extensão da zona de convergência; e por meio da interação das brisas marítimas e dos ventos alísios.

Essa zona de convergência é marcada pela sua flutuação sazonal (figura 7), na qual durante o inverno-primavera se encontra na posição boreal, Hemisfério Norte e no verão-outono se encontra na posição austral, Hemisfério Sul (SOUSA, 1998; FERREIRA; MELO, 2005; ALMEIDA, 2016).

Figura 7 - Flutuação sazonal da zona de convergência intertropical.

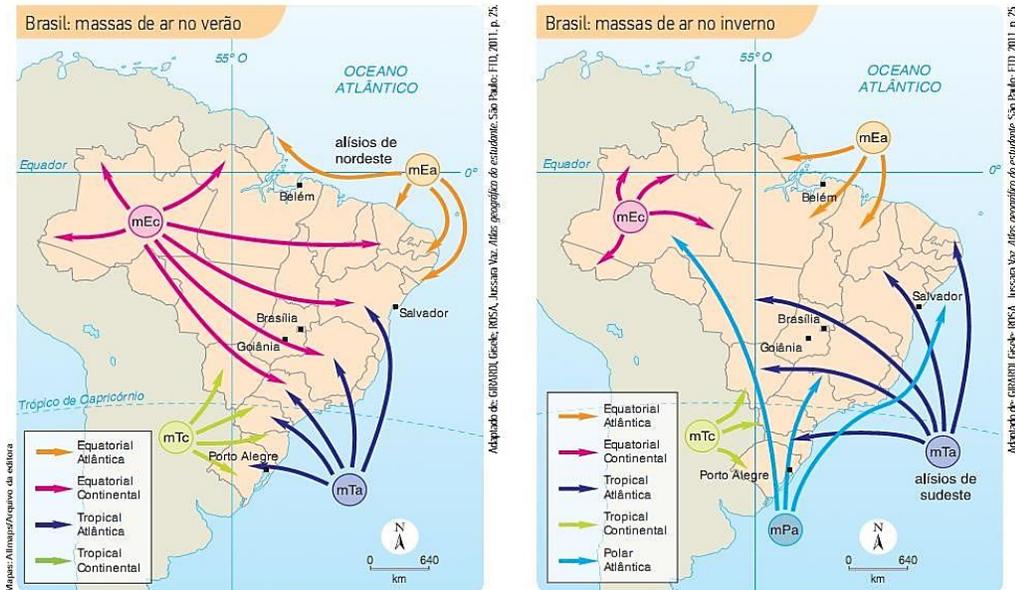


Fonte: Fonte: <https://geography.name/>.

3.3.2 Massa de ar equatorial continental -mEc

França (2009) conceitua a massa equatorial continental (figura 8) como uma massa de ar com características quente e úmida. Tem sua origem no lugar informalmente chamado de “cabeça do cachorro”, que se localiza nas fronteiras entre Brasil, Venezuela e Colômbia. A umidade dessa massa de ar é proveniente da evapotranspiração das plantas e florestas da região amazônica, além da umidade fornecida também pela advecção do oceano atlântico.

Figura 8 - Mapa de massas de ar no Brasil, inverno e verão.

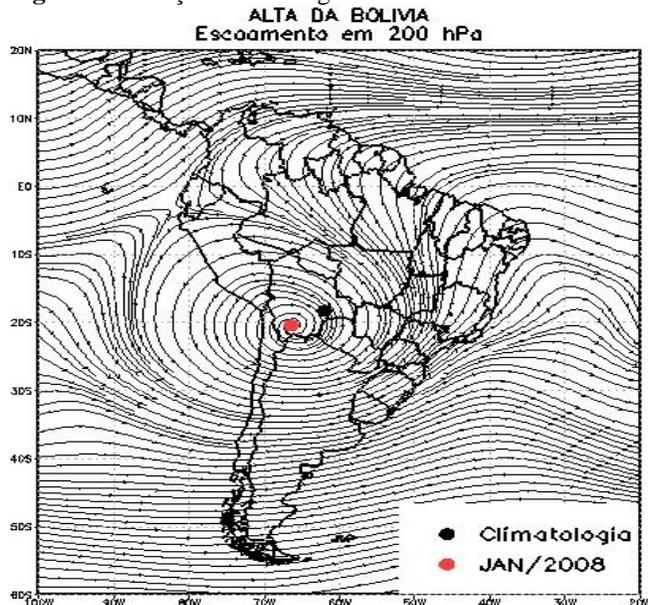


Fonte: adaptado por Simielli (2000).

3.3.3 Alta da Bolívia – AB

A alta da Bolívia é um sistema atmosférico de alta pressão que possui grande influência nos regimes de precipitação da América do Sul. Essa região de alta pressão tem a circulação anti-horária, na alta troposfera, encontrado em torno dos 10 km de altitude. Se desenvolve devido à forte atividade convectiva vindo da Amazônia, e do aquecimento radiativa intenso no Altiplano Boliviano. Contribui para os elevados índices de precipitação na Amazônia nos meses do verão austral (FISCH et al, 1997).

Figura 9 - Posição climatológica da Alta da Bolívia de outubro a abril, 2008.



Fonte: Climanálise.

3.4 Teste de Mann-Kendall em séries temporais de dengue

Latorre et al., (2001) conceitua série histórica como uma sucessão de dados coletados em intervalos de tempo ao decorrer de um período específico. As análises em séries históricas são feitas através de modelos estatísticos e matemáticos, nas quais são bastante utilizados para indicar e monitorar a incidência de dengue, assim como também diversas outras doenças infecciosas (NAING et al., 2002; TIAN, et al., 2008; SOEBIYANTO et al., 2010; MORETTIN, 2011; EARNEST et al., 2012).

Freitas et al., (2020) utilizou o teste de Mann-Kendall (MK) para analisar a distribuição espacial de tendência no número de casos de dengue para o estado de Pernambuco. Os autores observaram que essa distribuição teve uma tendência de maior distribuição espacial na área litorânea da região de estudo. Através dessa análise de tendência, também permitiu aos autores traçar o cenário de epidemia dos casos de dengue no estado pernambucano. Azevedo et al., (2020) também averiguou a tendência espaço-temporal de surtos de dengue, entretanto abrangendo todo a região brasileira, em que houve tendência negativa (diminuição dos surtos de dengue) na cidade de Natal, Rio grande do Norte e positiva (aumento de surtos) na cidade de Goiânia, Goiás.

O trabalho de Oliveira et al., (2019) utiliza o teste de Mann-Kendall e também o teste de Pettitt e teste Run para auxiliar o MK em uma série de dados de notificações de dengue no Sudeste do Brasil, na qual os resultados mostram que existe tendências positivas na série nas cidades de São Paulo, Espírito Santo e Minas Gerais e apresentou uma tendência sem significância de aumento de casos de dengue no Rio de Janeiro.

3.5 Correlação cruzada aplicada as condições atmosféricas e dengue

O método de correlação entre séries históricas é amplamente aplicado nas diversas áreas da pesquisa científica, como em um estudo epidemiológico, por exemplo. Dentre elas está a técnica de correlação cruzada que é bastante utilizada para encontrar atrasos que maximizem a correlação entre as séries históricas (SEPETAUSKAS et al., 2021).

Em sua dissertação de mestrado Ramalho (2008), buscou analisar a influência das chuvas nos casos de dengue nos diferentes municípios brasileiros e utilizando a técnica de correlação cruzada foi possível verificar se havia uma defasagem no tempo de uma das variáveis. Constatou-se que a correlação cruzada entre precipitação e dengue demonstraram defasagem negativa, analisando dessa forma que os alta incidência de dengue antecederiam o período de maiores índices pluviométricos. O maior tempo de defasagem foi de seis semanas, com uma correlação de 0.4.

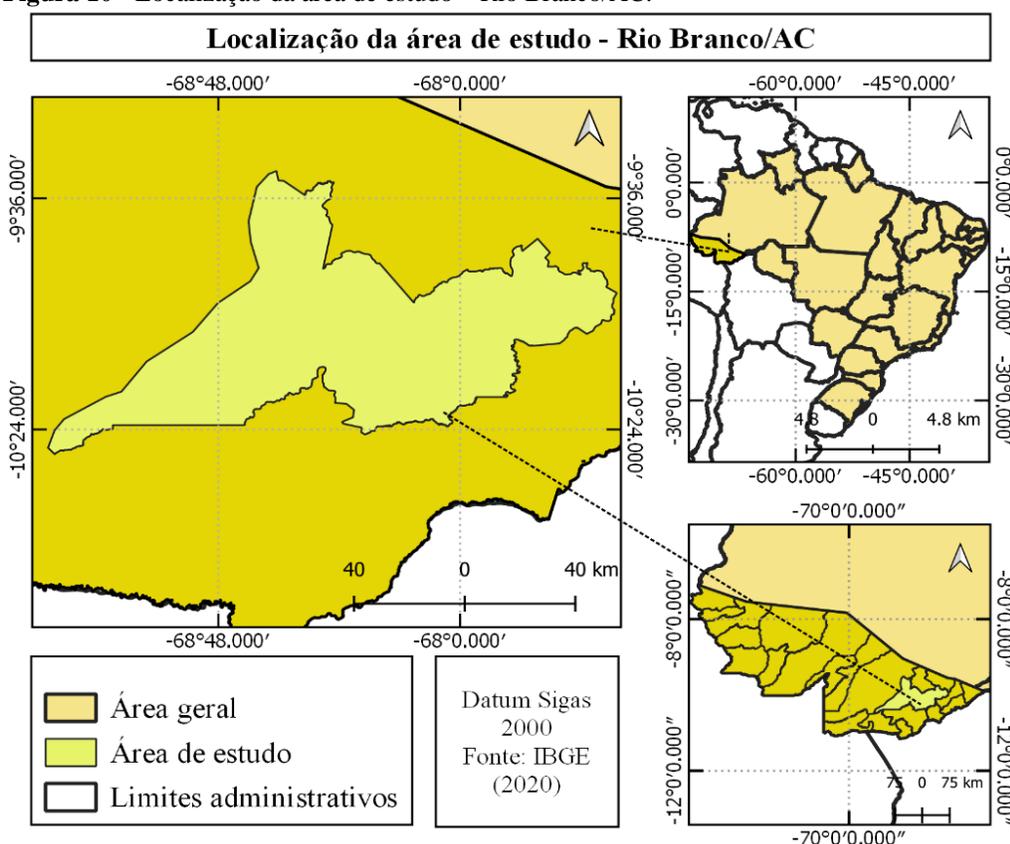
Siqueira et al., (2018) investigou a relação da incidência de casos de dengue e precipitação, na zona urbana da cidade de Belém, Pará. Os autores observaram, em suas próprias palavras “um pico significativo no lag 0, indicando que as séries estão em fase, ou seja, um aumento na precipitação é acompanhado ao mesmo tempo por um aumento nos casos de dengue.” (SIQUEIRA et al., 2018, p. 384). Sendo assim, as técnicas de correlação cruzada e teste de Mann-Kendall se apresentam como metodologias satisfatórias para analisar comportamento epidemiológico e climático.

4. METODOLOGIA

4.1 Caracterização da área de estudo

O município de Rio Branco, capital do estado federativo do Acre, localiza-se a leste do estado (Figura 10), entre as coordenadas geográficas de latitude $9^{\circ} 58' 26''$ S e longitude $67^{\circ} 48' 27''$ W; altitude 159 m, sendo este inserido na mesorregião do Vale do Acre, com uma extensão territorial de 8. 834,942 km². A estimativa realizada pelo IBGE, 2021 contabiliza em torno de 419.452 habitantes, em que a cidade também é a que apresenta as melhores condições de infraestrutura, saúde e economia do estado (IBGE, 2021 e ACRE, 2021).

Figura 10 - Localização da área de estudo – Rio Branco/AC.



Fonte: Autora (2022).

Sousa (2021) em estudos para a região de Rio Branco observa que os regimes de precipitação são bem distribuídos ao longo do ano, apresentando em torno de 2.000 mm / ano, tendo seu período mais intenso no denominado “inverno amazônico” predominantes nos meses de outubro a abril, em que dezembro a março são os meses mais chuvosos. O período mais seco ocorre nos meses de junho a setembro, popularmente conhecido como “verão amazônico”.

A região apresenta um clima predominantemente quente e úmido, possui umidade relativa média do ar de 87,4% e a temperatura média anual de 25,46°C (SOUSA, 2020). Segundo a classificação do método de Köppen, a climatologia da região se configura como Am (tropical monçônico), sendo essa uma estação seca moderada, e apresenta uma variabilidade interanual de precipitação pluvial considerável, com um desvio padrão de 228 mm, habitual de regiões tropical úmida (KOPPEN, 1948; DUARTE, 2005; FREITAS et al., 2021).

4.2 Dados meteorológicos e epidemiológicos

Foram utilizadas uma série temporal de 10 anos de dados, no período de 2008 a 2018. Os dados meteorológicos são quantitativos mensais de precipitação pluvial (mm), temperatura máxima (C°) e mínima (C°) e umidade relativa do ar (%), em que se utilizou como referência a estação meteorológica sob n° 82915, disponibilizado pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), através do Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP). Os dados de saúde foram retirados da plataforma virtual Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS). Os registros mensais das internações hospitalares por dengue (CID 10 - 090), são provenientes do Sistema de Informações Hospitalares do Sistema Único de Saúde (SIH/SUS) e gerenciados pelo Ministério da Saúde. É válido mencionar que os dados epidemiológicos supracitados se encontram na mesma escala temporal dos dados atmosféricos, objetivando a análise de associação entre os mesmos.

4.3 Métodos Estatísticos

4.3.1 Mann-Kendall

O teste estatístico de Mann-Kendall é descrito como um teste não paramétrico, robusto e sequencial na qual este é amplamente utilizado nos estudos de detecção de tendências em séries de dados, podendo ser elas lineares ou não lineares. A conveniência desse método é que se houver mudanças abruptas ou dados não homogêneos, não haverá grande influência no método em virtude disso (BACK, 2001; ZHANG et al., 2009).

Esse teste foi inicialmente utilizado por Mann (1945), e em seguida modificado por Kendall (1975). Desde então diversos autores utilizaram esse teste, principalmente considerando que os resultados são bem consistentes.

Para entendê-la, considere que a série temporal tenha um valor anual N e um termo genérico Y_i , $i = 1, \dots, N$. Seguindo a lógica do teste de Mann-Kendall, para cada valor

Y_i , $j = 1, i + 2, \dots, N$, produz uma série nova Z_i , que inclui um valor relativo resultante da diferença entre os termos da série Y_i (CABRAL e LUCENA, 2019). Dessa forma, segundo Santos e Portela (2007):

$$Z_i = \text{sgn}(Y_i - Y_j) = \begin{cases} 1 & \text{se } Y_i > Y_j \\ 0 & \text{se } Y_i = Y_j \\ -1 & \text{se } Y_i < Y_j \end{cases} \quad (1)$$

Por meio da somatória da série Z_i , pode-se obter a estatística do teste do seguinte modo:

$$S = \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \text{sgn}(Y_i - Y_j) \quad (2)$$

Quando as amostras possuem grande dimensão e a estatística do teste ocorre mesmo sem valores nulos de Z_i , e considera-se que a hipótese nula H_0 sem tendência, a estatística S , seguirá próximo de uma distribuição normal, mas com uma média nula. Dessa forma:

$$E(S) = 0$$

A definição da variância se dá por:

$$\text{Var}(S) = \frac{N(N-1)(2N+5)}{18} \quad (3)$$

Assim sendo, N é a dimensão dessa amostra.

Caso seja necessário, pode ser utilizado um teste bilateral para encontrar a significância S para a hipótese Nula, na qual também pode ser rejeitada em caso de grandes valores da estatística $Z_{(t)}$, em que esta é definida por:

$$ZMK = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{\text{Var}[S]}} \\ 0 \\ \frac{S+1}{\sqrt{\text{Var}[S]}} \end{cases}$$

Para $S > 0$; Para $S = 0$; Para $S < 0$.

(4)

4.3.2 Correlação Cruzada

A técnica de correlação cruzada tem por objetivo aferir correlação entre séries designadas no tempo 't' e em uma segunda série de dados no tempo 't+k', em que 'k' é

conhecido como *lag*, ou como número de defasagens dentro da série (ECHEFESTE, 1988). Assim sendo:

$$C_{xy} = \frac{C_{xy}}{\sqrt{C_{xx}(0) \cdot C_{yy}(0)}} \quad k = 0, \pm 1, \pm 2, \pm n \quad (5)$$

Desse modo, $C_{xx}(0)$ e $C_{yy}(0)$ serão as variâncias respectivamente de X_t e Y_t .

Algumas propriedades são aplicadas a função da correlação cruzada entre as observações X_t e Y_t . Sendo elas:

$$\begin{aligned} C_{xy}(k) &= C_{yx}(-k) \\ |C_{xy}(k)| &\leq 1 \end{aligned} \quad (6)$$

Assim obtém-se para $(X_t, Y_t - 0)$ os seus coeficientes de correlação.

Em uma correlação simples, como resposta é fornecido o grau de associação entre duas variáveis estudadas, entretanto, as séries nesse caso são fixas no tempo ($k = 0$).

De forma análoga, tem-se:

$$Cor(X_t, Y_t - k) = Cor(X_t + k, Y_t) \quad (7)$$

Desse modo, se é realizado a defasagem em uma variável, instantaneamente a outra variável também é defasada.

No momento em que $k = +1, +2, +3, \dots$ está no correlograma, o que realmente ocorre é a defasagem X_t para todo k positivo e o mesmo acontece para o oposto, $k = -1, -2, -3, \dots$ defasa Y_t para todo k negativo (ECHEFESTE, 1988).

De forma resumida, esse tipo de correlação basicamente irá medir a similaridade entre os sinais de duas variáveis quando aplicado um atraso a uma delas. A técnica encontra o momento e o grau em que os termos se correlacionam, o que permite discutir de que modo as variáveis interagem entre si (GOMES et al., 2018).

A função geral da correlação cruzada é dada por:

$$C_{xy}(k) = \frac{\sum_{t=1}^{n-k} (x_{t+k} - \bar{x})(y_t - \bar{y})}{n^{-1} \sum_{n=1}^n (x_t - \bar{x})^2 (\sum_{t=1}^n [(y_t - \bar{y})^2])} \quad (8)$$

Então, k é o coeficiente de defasagem, x e y são as médias amostrais, X_t e Y_t são as séries temporais e por fim, n é o número de observações.

Com base nessa técnica estatística será analisado se existe a associação e possíveis efeitos prolongados entre as internações hospitalares por dengue e as variáveis meteorológicas em Rio Branco/AC.

Os testes estatísticos e dados utilizados foram processados e compilados com o software livre R 3.5.0. A linguagem computacional R possui modelos estatísticos e gráficos, onde esses modelos fornecem diferentes técnicas, como: métodos multivariados, séries temporais, modelos lineares e não lineares, entre outros.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A distribuição anual das internações hospitalares por dengue é apresentada na figura 10, no período de 2008 a 2018. Por meio da análise temporal, pode-se observar que as taxas anuais são mais intensas nos primeiros anos de estudo de 2008 a 2011, representando 65% das internações somente nesse intervalo. A partir do ano de 2012 essa taxa diminuiu gradualmente até 2018. Ainda na figura em questão foi aplicado o teste de tendência de Mann-Kendall, na qual como resultado encontrou-se tendência de decréscimo nos casos da patologia ao longo dos anos estudados, sendo o teste significativo com o p -valor 0,0001. O resultado do teste de Mann-Kendall aplicado às variáveis meteorológicas, não apresentou significância estatística, logo utilizou-se de boxplots mensais para analisar essas variáveis.

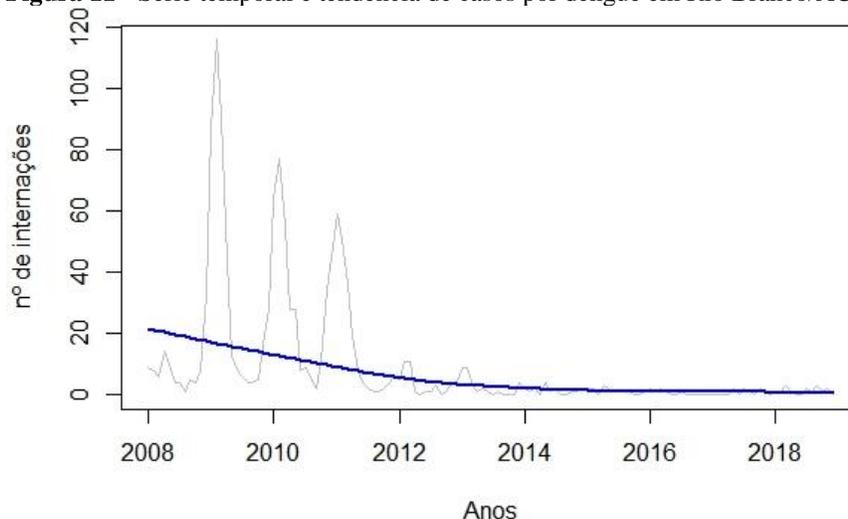
A diminuição perceptível nos casos de dengue (figura 11), tem duas principais razões, automedicação e ações governamentais. Em 2011, as secretarias de saúde do Acre iniciaram campanhas para eliminar a circulação do vetor da dengue. Em 2013, as ações governamentais ganharam força, e no período do “inverno amazônico” que é quando a doença está mais em alta (SESACRE, 2013), fizeram a coleta de mais de 19.000 toneladas de lixo apenas no município de Rio Branco. De acordo com a Divisão de Endemias e Vigilância em Saúde Ambiental os casos suspeitos da doença apresentaram redução a partir de 2012, que foi o ano excepcional de combate à doença (ACRE, 2013; SESACRE;2013).

Melchior (2016) adverte a questão dos números reais dos casos de dengue, em que muitos não são notificados, desse modo não se pode afirmar que houve realmente uma redução de casos da doença. Um estudo que reflete essa questão é o de Vasconcelos et al., (1998) que utilizou um inquérito epidemiológico na cidade de Fortaleza, e a partir disso foi realizado uma comparação entre os dados coletados através do inquérito e os dados

notificados pelas Secretarias de Saúde, na qual apresentou uma discrepância extensa, de 32.000 casos notificados e 660.000 casos estimados através do procedimento realizado pelos autores. Isso demonstra que a realidade de casos da doença pode ser bem diferente dos notificados pelos órgãos de saúde.

No período estudado foram notificadas 72.000 internações devido a dengue, logo, percebe-se que o vetor segue operando pelo município de estudo, apesar da diminuição dos casos (SINAN, 2019).

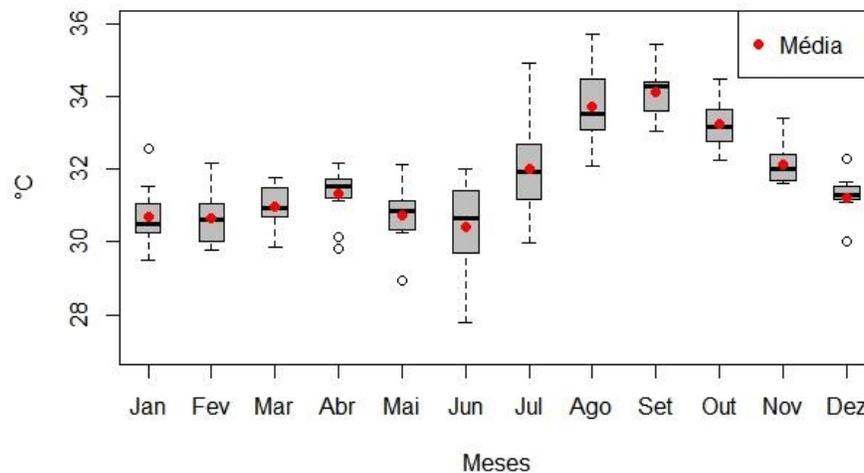
Figura 11 - Série temporal e tendência de casos por dengue em Rio Branco/AC - 2008 a 2018.



Fonte: Freitas, et al., (2021).

O boxplot de média mensal de temperatura máxima demonstra setembro com a maior média, sendo esta 34°C. Em junho se apresenta o mês com menor valor médio, 31°C. A figura 12 apresenta maior variabilidade nos meses de julho a setembro, coincidindo com o período mais seco da região, como mencionado por Costa et al., (2012) em que o autor afirma segundo o seu estudo climatológico para região do Acre, que o período com temperaturas mais elevadas da região, trata-se de junho, julho e agosto.

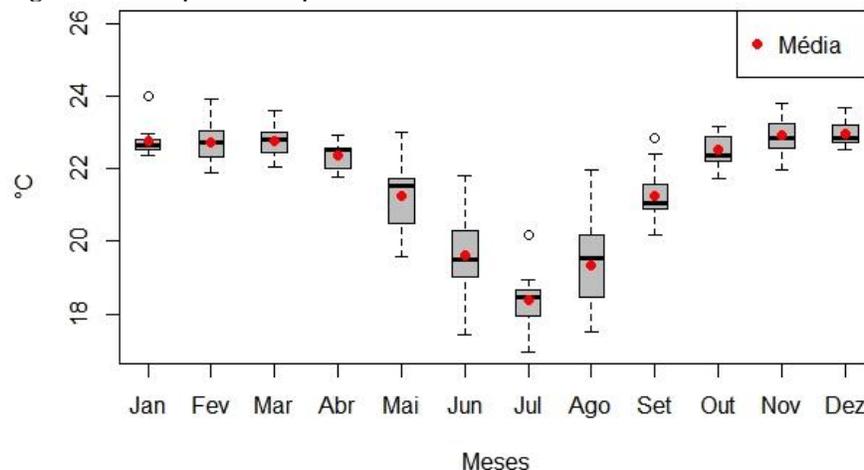
Figura 12 - Boxplot da temperatura máxima média em Rio Branco/AC - 2008 a 2018.



Fonte: Freitas, et al., (2021).

A figura 13 apresenta a distribuição mensal da temperatura média mínima. O mês de julho corresponde a menor média, com um registro de aproximadamente 18°C, já a maior média é verificada no mês de novembro com um valor aproximado de 24°C. Existe a presença de *outliers* na série, na qual são valores discrepantes acima da média, sendo esses os meses de janeiro, julho e setembro. Os valores discrepantes nos meses supracitados, se tratam dos anos de 2015 e 2016, em que esses anos receberam interferência do El Niño, que segundo Muñoz et al., (2016), houve temperaturas altas históricas na região amazônica e graves secas e queimadas.

Figura 13 - Boxplot da temperatura mínima média em Rio Branco/AC - 2008 a 2018.



Fonte: Freitas, et al., (2021).

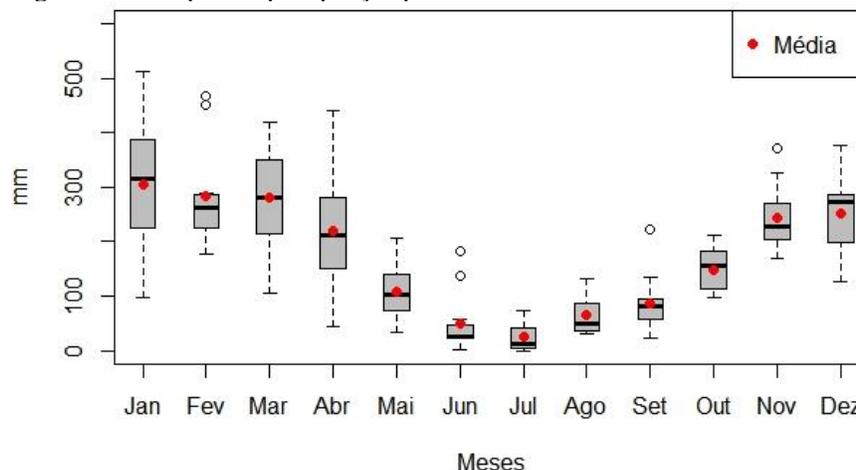
Se analisado os *boxplot* de temperatura máxima e mínima nota-se que as médias mínimas correspondem ao mesmo período das médias máximas, isso ocorre devido a um fenômeno que atinge essa região amazônica, chamado de “friagens” (COSTA, et al., 2012). A “friagem” é conhecida pela queda brusca de temperatura, ocasionada pelo avanço da massa polar atlântica, produzida no Oceano Atlântico Sul, próximo a região da Patagônia. O que

ocorre é que essa massa de ar atravessa a região Sul e Sudeste do Brasil causando geadas naquela localidade, e logo após, se desloca para a Amazônia, chegando até o estado do Acre. Esse fenômeno geralmente ocorre no período de seca do estado, o que justifica o comportamento observado das médias máximas e mínimas de temperatura (DUARTE, 2005; SILVA DIAS, 2006; GUEDES, 2006).

A época dos fenômenos de friagem (junho, julho e agosto) apresenta poucos números de casos de dengue, isso pode ser relacionado a apresentar extremos positivos e negativos de temperatura durante a estação seca da região, e até onde se sabe, temperaturas extremas e baixa umidade diminuem o desenvolvimento e circulação do vetor da dengue (FIGUEROA e NOBRE 1990; PACHECO et al., 2017).

A média da precipitação pluviométrica no município de Rio Branco para o período analisado, é representada na figura 14, em que o mês de janeiro é dado como mais chuvoso, em torno de 300 mm. Em julho apresenta o mês menos chuvoso, com aproximadamente 24 mm. Os *outliers* estão presentes nos meses de fevereiro, junho, setembro e novembro. A transição entre as estações ocorre nos meses de maio, saindo do período chuvoso para o seco e julho, indo do seco para o período chuvoso, essa descrição também foi encontrada pelo estudo de Duarte (2011). As Normais Climatológicas (1991-2020), segundo o INMET (2022) revelam fevereiro como o período de maior índice pluviométrico e julho como o de menor índice, demonstrando coerência nos resultados encontrados por este estudo, considerando que janeiro e fevereiro apresentam pouca diferença quantitativa de milímetros de chuva.

Figura 14 - Boxplot da precipitação pluvial média em Rio Branco/AC - 2008 a 2018.

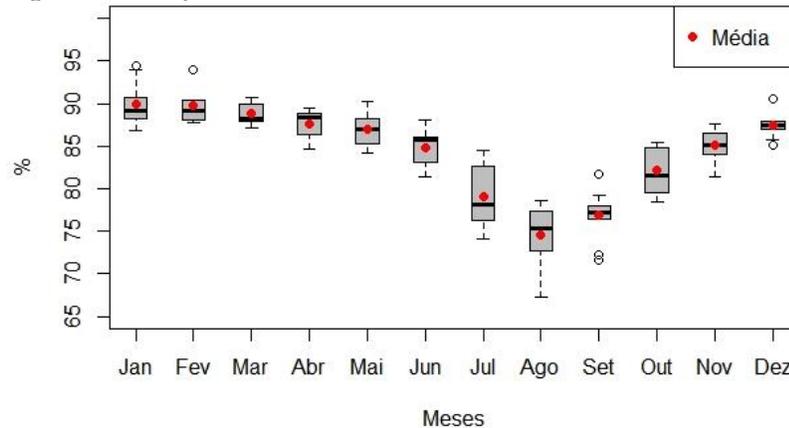


Fonte: Freitas, et al., (2021).

A cidade de Rio Branco/AC, durante o período de estudo (2008-2018) apresenta altos índices de umidade relativa durante todo o ano, algo bem característico de regiões amazônicas. A figura 15 apresenta as médias mensais dos anos de estudo em que o menor índice é detectado no mês de agosto com uma porcentagem de 74%. O mês de janeiro apresenta um maior índice, de 90%. O percentual de máximas e mínimas de umidade são condizentes com os períodos seco e chuvoso, respectivamente.

Estudos como o de Figueroa e Nobre (1990) também apontam essas características de umidade na região, com a estação chuvosa apresentando maior percentual de umidade, e a estação seca o menor. Isso acontece porque sobre a região amazônica ocorre uma convergência de umidade em grande escala no período da estação chuvosa, apresentando dessa forma maiores percentuais.

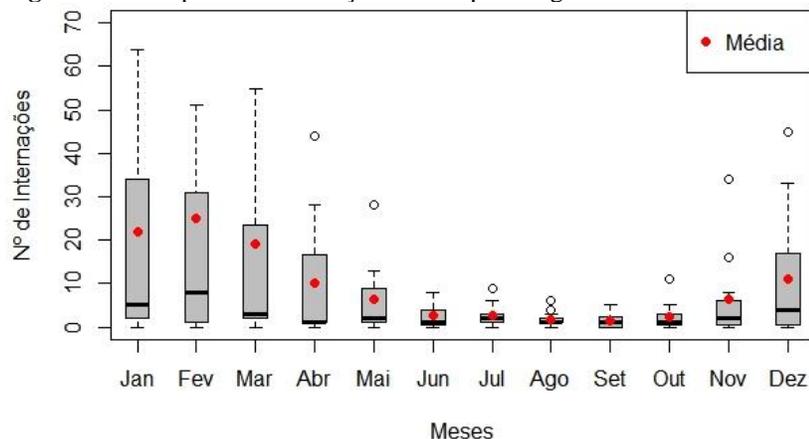
Figura 15 - Boxplot da umidade relativa do ar média em Rio Branco/AC - 2008 a 2018.



Fonte: Freitas, et al., (2021).

As médias de internações mensais por dengue é observada na figura 16, apresentando períodos bem definidos. Durante os meses de maio a novembro os casos são menos registrados, a partir de dezembro até abril os números de internações são mais intensos, sendo fevereiro a maior média e setembro a menor média de internações por dengue.

Em sua tese, Rocha (2011) averigua a sazonalidade e distribuição de dengue durante 2000 a 2007 em Rio Branco/AC, na qual ele encontra janeiro e setembro como os meses que registram mais e menos casos respectivamente, condizendo com o mês de menor registro no período de 2008 a 2018, já o de maior registro é bem próximo, tendo uma diferença de um mês. Sendo assim, os resultados demonstram que os períodos de altas e baixas permanecem praticamente o mesmo, apesar da diminuição de registros ao decorrer dos anos.

Figura 16 - Boxplot das interações média por dengue em Rio Branco/AC - 2008 a 2018.

Fonte: Freitas, et al., (2021).

A relação entre as variáveis meteorológicas e os números de casos de dengue é relatado em diversos estudos para diferentes regiões do Brasil. Dependendo do clima de cada lugar pode ser encontrado resultados distintos, levando em consideração a capacidade de adaptação do vetor da doença. Para o município de estudo pode-se observar que o comportamento da temperatura máxima variando entre 30°C a 32°C, corresponde aos meses em que os números de interações foram mais intensos, por volta de janeiro a abril. A temperatura do ar é um fator que interfere de forma concisa no desenvolvimento do ciclo do vetor. Pacheco et al., (2017) por exemplo, revela que a temperatura de 22° C a 30° é a ideal para que ocorra o ciclo biológico do agente *Aedes Aegypti*. Dessa forma, percebe-se, uma adaptação do vetor, sobrevivendo e desenvolvendo-se em temperaturas mais altas, considerando que as médias observadas de temperatura (Figura 12), está acima dos limites citados na literatura. Seguindo de forma lógica, quando as temperaturas estão mais amenas durante o ano, os números de interações são menores, que nos gráficos (Figura 13 e 16) se apresentam por volta de junho a agosto.

Analisando o comportamento da precipitação pluvial (Figura 14) observa-se as maiores taxas no período com mais interações, nos meses de dezembro a abril, podendo ser visto como uma forte relação. A influência da pluviosidade geralmente é dada como significativa, assim como mencionada por Baracho et al., (2014) onde ele releva que os grandes volumes de chuva promovem o acúmulo de água nos recipientes artificiais, e devido à falta de cuidados adequados nos descartes e limpeza, os recipientes se mantêm cheios por tempo suficiente para que se tornem criadouros do mosquito *Aedes Aegypti*.

A umidade relativa do ar (UR) (Figura 15) no município se mostrou intensa durante todo o ano, entretanto os meses das maiores porcentagens coincidem com os meses

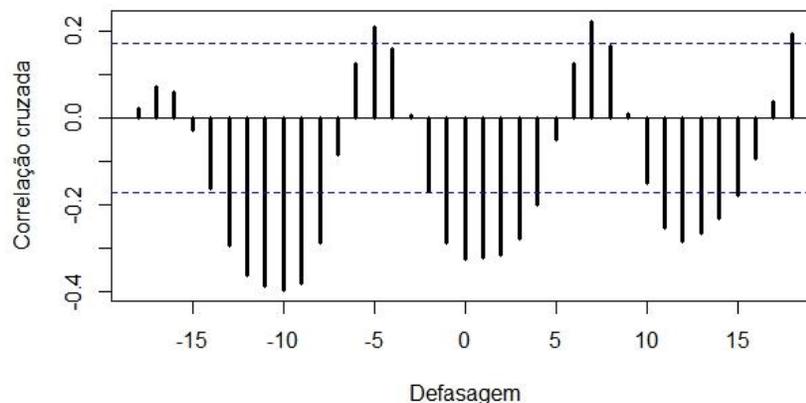
com mais notificação da doença. O desenvolvimento do agente *Aedes Aegypti* tem um maior potencial quando a umidade se encontra na faixa entre 70% a 100%. Quando presente nessa faixa de UR, todas as fases do ciclo do mosquito se desenvolvem adequadamente (BARACHO et al., 2014).

De modo geral, altas taxas de precipitação, temperaturas altas e umidade relativa intensa são as características das variáveis que coincidiram com o período em que houve mais notificações das internações por dengue. Ferreira et al., (2018) afirma que as características de muitas chuvas e altas temperaturas são fatores contribuintes para o aumento de criadouros e por conseguinte, também causam o aumento de casos de dengue. Períodos mais secos e com temperaturas baixas geralmente apresentam diminuição nos casos da doença, entretanto isso não anula a transmissão da patologia, já que esse mosquito possui aspectos hematofágico e pode continuar operando durante todo o ano.

A correlação cruzada entre as internações por dengue e temperatura máxima (Figura 17) indicam correlação significativa e negativa no lag 0. Essa defasagem tempo a tempo, portanto negativa, demonstra associação inversa, ou seja, quando a temperatura máxima decai, os casos da doença aumentam. De modo geral o correlograma demonstra que é fundamental a sazonalidade das variáveis, na visualização da correlação encontrada.

Figura 17 - Correlograma de correlação cruzada entre temperatura máxima e internações hospitalares por dengue em Rio Branco/AC - 2008 a 2018.

Temperatura Máxima e Dengue



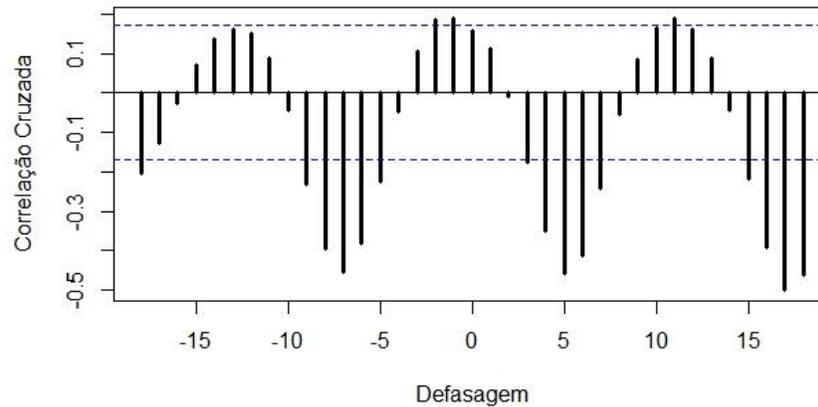
Fonte: Freitas, et al., (2021).

O correlograma da figura 18, representa a correlação cruzada entre a série temporal de temperatura mínima e internações, na qual a associação encontrada foi inversa, com lags 3, 4 e 5. Esse resultado sugere que o tempo resposta da variável é de 3 a 5 meses, ou seja, a temperatura mínima tem um efeito prolongado, só que inversamente, os casos

diminuem, conforme as temperaturas caem. O gráfico também mostra o efeito da sazonalidade marcante da variável, na região de estudo.

Figura 18 - Correlograma de correlação cruzada entre temperatura mínima e internações hospitalares por dengue em Rio Branco/AC - 2008 a 2018.

Temperatura Mínima e Dengue

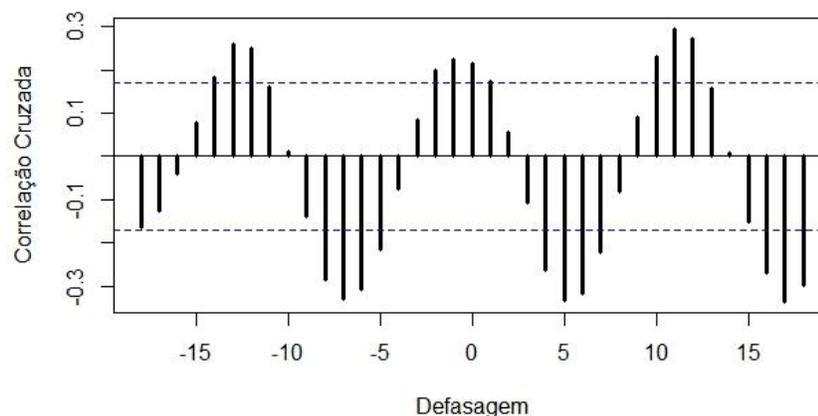


Fonte: Freitas, et al., (2021).

A precipitação pluvial e os dados de internação (figura 19) após a realização da técnica de correlação cruzada, mostra um tempo de associação significativo, pois a distância temporal é de *lag 0*, revelando uma resposta imediata da variável nos casos de dengue. Sendo assim, o resultado permite correlacionar a variável em questão, com as internações hospitalares. E assim como nos gráficos acima, o fator sazonal é presente nos dados de precipitação na capital do Acre.

Figura 19 - Correlograma de correlação cruzada entre precipitação e internações hospitalares por dengue em Rio Branco/AC - 2008 a 2018.

Precipitação e Dengue

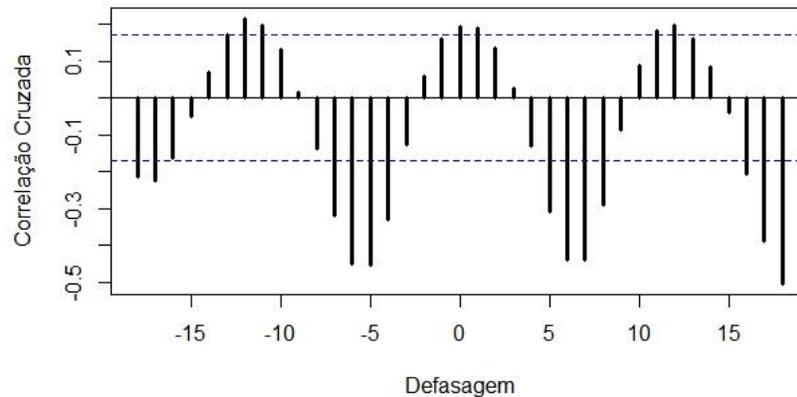


Fonte: Freitas, et al., (2021).

O gráfico de correlação cruzada (figura 20) entre umidade relativa e internações apresenta um sinal de sazonalidade predominante. Entre as variáveis estudadas, a umidade apresentou a correlação de tempo resposta forte, o *lag 1* é observado. O efeito prolongado da variável na doença é tão próximo, possivelmente devido a região apresentar durante todo o

ano umidade relativa intensa. Ramalho (2008) obteve resultados que corroboram com os em questão, em que ele afirma a influência significativa das altas porcentagem de umidade nos diferentes estágios de vida do mosquito, podendo interferir na taxa de reprodução e na longevidade do vetor *Aedes Aegypti*.

Figura 20 - Correlograma de correlação cruzada entre umidade relativa do ar e internações hospitalares por dengue em Rio Branco/AC - 2008 a 2018.
Dengue e Umidade Relativa



Fonte: Freitas, et al., (2021).

Na literatura é possível encontrar diferentes trabalhos que buscam o intervalo que uma variável meteorológica pode interferir em casos de dengue. Depradine e Lovell (2010) utilizam esse método para a incidência de dengue em Barbados, nesse caso, como parâmetro temporal os autores utilizam semanas, em que eles encontraram uma defasagem de 16 semanas na relação dengue e temperatura máxima. Entretanto WEGBREIT (1977), um estudo clássico, encontrou um intervalo de 6 meses, quando testou a correlação temporal entre temperaturas máximas e casos de dengue, um resultado mais aproximado, dos 7 meses encontrado na presente pesquisa. Apesar desses resultados, associações de longos períodos são complexas de debater, dessa forma pode-se apoiar autores como MOORE (1985), na qual releva que a variável de temperatura pode não ser um bom indicativo de abundância larval, associando essa abundância à dinâmica do volume de água, tipo de alimento presente nos recipientes e interação da densidade larval (BARRERA et al., 2006). PATZ et al., (1998) tem uma opinião diferente, na sua pesquisa ele cita os modelos climáticos globais, o qual sugerem que temperaturas intensas irão aumentar o risco de epidemias de dengue.

No caso da umidade relativa do ar, muitas pesquisas (KOOPMAN et al. 1991; OPAS 1994; RIGAU-PEREZ et al. 1998) encontram associações significativas. Esses autores citam que a umidade relativa tem uma relação forte na fase de eclosão do mosquito *Aedes Aegypti*, logo, também está relacionado a maior possibilidade de transmissão da

doença. Ainda Depradine e Lovell (2010), encontraram um atraso de 4 semanas em relação a umidade relativa, ou seja, esse intervalo de tempo corrobora com o tempo resposta encontrado no presente estudo, que foi de *lag* 1. A correlação da umidade relativa e casos de dengue é forte devido a suposição de quanto maior o teor de vapor de água (umidade) a atividade dos mosquitos se torna mais fácil. Dessa forma os mosquitos infectados podem se alimentar com maior frequência ou até mesmo atacar mais hospedeiros, fazendo uma maior propagação da patologia (RAMALHO, 2008; DEPRADINE e LOVELL, 2010; BARACHO, 2013).

6. CONCLUSÃO

Baseando-se nos dados analisados, foi possível observar que há influência das variáveis meteorológicas (precipitação, temperatura máxima, mínima e umidade) nas internações hospitalares por dengue no período de 2008 a 2018 no município de Rio Branco, Acre. Nos anos de 2008 a 2011 o vetor *Aedes Aegypti* teve a maior taxa de incidência da série temporal, dessa forma é provável que durante o período ele tenha recebido condições ideais para seu desenvolvimento.

O quadro das notificações da doença se mostra propício em ocasiões com intensa pluviosidade, temperaturas altas (entre 30°C a 32°C) e acentuadas taxas de umidade. Os maiores índices das variáveis climáticas se apresentaram no primeiro semestre dos anos estudados, coincidindo com os períodos em que a doença é mais notificada.

A série temporal demonstra que os registros da patologia diminuíram com o tempo, por meio do teste de Mann-Kendall obteve-se uma tendência decrescente significativa. No intervalo de 2012 a 2018, houve um decréscimo de 61% dos casos. Apesar disso, não é possível afirmar que a patologia esteja diminuindo, visto que as pessoas tendem a se tratar em sua própria residência.

A influência sazonal da umidade relativa do ar e precipitação pluvial, demonstra ser significativa nos casos de dengue registrados na área de estudo.

Através da análise dos elementos meteorológicos pode-se averiguar que contribuem consideravelmente para a proliferação e incidência da dengue. Embora haja essa influência significativa, os fatores que contribuem para a proliferação da doença são vários, como infraestrutura, saneamento básico, condições imunológicas, densidade populacional e muitos outros. Enfatizando os elementos climáticos, devido a sua interferência, diversas populações podem ser postas em risco, principalmente as pessoas de países subdesenvolvidos.

Em virtude da pesquisa conduzida, sugere-se em primeiro momento que a sociedade tenha conhecimento da importância das variáveis meteorológicas em doenças vetoriais, como a dengue, uma vez que as variáveis interferem diretamente na circulação da doença. A educação ambiental pode ser aplicada para impedir que os moradores potencializem criadouros do *Aedes Aegypti* devido à falta de conhecimento. As secretarias relacionadas a programas de combate à dengue devem ter uma maior atuação na parte educacional, infraestrutura básica, e mídia educativa ao invés de apenas informes.

Comprometimento estadual e governamental com a população quanto a oferecer recursos para a população de baixa renda de reservatórios adequados de água, uma vez que a falta desse recurso potencializa criadouros do mosquito. O governo tem papel vital no combate à dengue, considerando que só é possível saneamento básico nos espaços urbanos por meio das políticas públicas.

Portanto, espera-se que os resultados possam cooperar com as futuras pesquisas em diferentes regiões além da área de estudo (Rio Branco/AC), principalmente considerando que os vetores conseguem se desenvolver em temperaturas mais altas sendo essas 30°C a 32°C, o que é atípico aos comumente encontrados na literatura. O efeito em conjunto dos fatores meteorológicos como a precipitação, umidade e temperatura do ar é útil na formulação de políticas de contenção a dengue, principalmente nas regiões tropicais e subtropicais.

7. REFERÊNCIAS

ACRE. Governo do Estado do Acre. **Zoneamento Ecológico Econômico do Estado do Acre, Fase III (Escala 1:250.000)**: Documento Síntese. 1. Ed. Rio Branco: SEMAPI, 2021.

ALEIXO, N. C. R.; SANT'ANNA NETO, J. L. Percepções e riscos: abordagem socioambiental do processo saúde doença. **Mercator**. Fortaleza. V. 10, n. 22, p. 191 – 208, 2011.

ALMEIDA, C. A. P. **Análise geoespacial dos casos de dengue e sua relação com fatores socioambientais nos municípios de João Pessoa**. Dissertação (Mestrado em Gestão do território e Planejamento Ambiental), Universidade Federal da Paraíba, 2016.

ALMEIDA, H.A. **Climatologia aplicada à Geografia**. EDUEPB, Campina Grande. 2016.

AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. 10 ed. São Paulo: Bertrand Brasil, 2004. 332p.

AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. 14 ed. São Paulo: DIFEL, 2010. 350p.

AZEVEDO T. S.; LORENZ, C.; CHIARAVALLI NETO, F. Spatiotemporal evolution of dengue outbreaks in Brazil. **Trans R Soc Trop Med Hyg**. 2020 Aug 1;114(8):593-602. doi: 10.1093/trstmh/traa030. PMID: 32496548.

BACK, A. J. Aplicação de análise estatística para identificação de tendências climáticas. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 36, n. 5, p. 717-726. 2001. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2001000500001>.

BARACHO, R. C. M. **Influência de variáveis meteorológicas sobre a incidência dos casos de dengue no município de Areia – PB**. 2013. TCC (Graduação); Ciências Biológicas. Areia – PB. 2013.

BARACHO, R. C. M.; ISMAEL FILHO, A.; GONÇALVES, A.; NUNES, S. de T. S.; BORGES, P. de F. A influência climática na proliferação da dengue na cidade de Areia, Paraíba. **Gaia Scientia**, [S. l.], v. 8, n. 1, 2014. Disponível em: <https://periodicos.ufpb.br/ojs2/index.php/gaia/article/view/18071>. Acesso em: 4 abr. 2022.

BARRERA, R. AMADOR, M. CLARK, G. G. Ecological factors influencing Aedes Aegypti (Diptera: Culicidae) productivity in artificial containers in Salinas, Puerto Rico. **J Med. Entomol** 43:484-492.

BRASIL, Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Guia de Vigilância em Saúde**. Brasília: Ministério da Saúde, 2014, 812p.

BRASIL. **Cadernos de atenção básica**. Ministério da Saúde. 2008.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Boletim Epidemiológico**. Sistema de Informação de Agravos de Notificação - Sinan. Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2021. 52 vol. 7p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **In Sistema de Informação de Agravos e Notificação**. Disponível em: <http://sinan.saude.gov.br/sinan/login/login.jsf>. Acesso em: 02/12/2019.

CABRAL, J. B. C. e LUCENA, R. L. Análises das precipitações pelos testes não paramétricos de Mann-Kendall e Kruskal-Wallis. **Mercator (Fortaleza)** [online]. 2020, v. 19 [Acessado 4 abril 2022]. Disponível em: <https://doi.org/10.4215/rm2020.e19001>.

CAREY, D. E. Chikungunya and dengue: A case of mistaken identity? **J Hist Med Allied Sci**. 1971; 26 (3): 243 – 262.

CATÃO, R. C. **Dengue no Brasil: abordagem geográfica em escala nacional**. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2012.

CAVALCANTE NETO, T. S.; RAMIREZ, M. T. P.; GALINDO, V. R.; HERCULANO, L. F. S.; CAMPELLO, M. V. M. Levantamento de potenciais criadouros de *Aedes aegypti* no Campus do Itaperi da Universidade Estadual do Ceará. **Medicina Veterinária (UFRPE)**, [S. l.], v. 13, n. 1, p. 43–48, 2019. DOI: 10.26605/medvet-v13n1-2608. Disponível em: <http://200.17.137.114/index.php/medicinaveterinaria/article/view/2608>. Acesso em: 1 abr. 2022.

CLIMANÁLISE. **Alta da Bolívia**. Posição climatológica, out-abri de 2008. Boletim de monitoramento e análise climática. CPTEC/INPE.

COSTA, F. S.; AMARAL, E. F.; BUTZKE, A. G.; NASCIMENTO, S. S. **Inventário de Emissões Antrópicas e Sumidouros de Gases de Efeito Estuda do Estado do Acre: Ano-Base 2010**. Rio Branco – Embrapa Acre. 2012.

COWELL, R; PATZ, J. A. Climate, infectious disease and health – Na Interdisciplinary Perspective. **American Academy of Microbiology**, 1998.

DATASUS. **Ministério da Saúde, Brasil, 2018**. In Tabnet. Disponível em: <http://datasus.saude.gov.br/informacoes-desaudef/tabnet>. Acesso em: 19/11/2019.

DEPRADINE, C. A.; LOVELL, E. H. Climatological variables and the incidence of Dengue fever in Barbados. **International Journal of Environmental Health Research**, 14(6), 429 – 441. Published online: 21 Jul 2010.

DUARTE, A. F. As chuvas e as vazões na bacia hidrográfica do rio Acre, Amazônia Ocidental: caracterização e implicações socioeconômicas e ambientais. **Amazônia: Ci. & Desenv**, Belém, v. 6, n. 12, jan./jun. 2011.

DUARTE, A. F. Variabilidade e tendência das chuvas em Rio Branco, Acre, Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.20, n.1, 37-42, 2005.

DUARTE, A. F.; MASCARENHAS, M. D. M. Manifestações do bioclima do Acre sobre a saúde humana no contexto socioeconômico da Amazônia. **Amazônia Ciência e Desenvolvimento**. 2007;3(5):149-62.

DUARTE, A.F. Variabilidade e tendência das chuvas em Rio Branco, Acre, Brasil. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 20, n. 1, p. 37-42, 2005.

EARNEST, A.; TAN, S.B.; WILDER-SMITH, A.; MACHIN, D. **Comparing stactical models to predict dengue fever notifications**. *Computational and Mathematical Methods in Medicine*. 2012.

ECHEVESTE, M. E. **Relação Bivariada entre séries temporais: a correlação cruzada**. Monografia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 1988.

FERREIRA, A. C.; CHIARAVALLLOTI, F.; MONDINI, A. Dengue in Araraquara, state of São Paulo: epidemiology, climate and *Aedes aegypti* infestation. **Revista de Saúde Pública**. 2018, v. 52 [Acessado 4 abril 2022], 18. Disponível em: <<https://doi.org/10.11606/S1518-8787.2018052000414>>. Epub 26 Fev 2018. ISSN 1518-8787.

FERREIRA, A. G.; MELLO, N. G. S. Principais sistemas atmosféricos atuantes sobre a região nordeste do Brasil e a influência dos Oceanos Pacífico e Atlântico no clima da região. **Revista Brasileira de Climatologia**, [S.l.], v. 1, dez. 2005. ISSN 2237-8642. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/25215/16909>>. Acesso em: 03 abr. 2022. doi:<http://dx.doi.org/10.5380/abclima.v1i1.25215>.

FIGUEIREDO, R. M.; NAVECA, F. G.; BASTOS, M. S.; MELO, M. N.; VIANA, S. S.; MOURÃO, M. P.; COSTA, C. A.; FARIAS, I. P. **Dengue vírus type 4, Manaus, Brazil**. *Emerg Infect Dis*. 2008; 14(4):667-9.

FIGUEROA, S. N.; NOBRE, C. A. Precipitations distribution over Central and Western Tropical South America. **Climanálise**, v. 5, n. 6, p. 36 - 45, 1990.

FIOCRUZ, Fundação Oswaldo Cruz. **Conheça o comportamento do mosquito *Aedes aegypti***. Comunicação / Instituto Oswaldo Cruz. 2008. Disponível em: <http://www.fiocruz.br/ioc/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=571&sid=32>. Acesso em: março de 2022.

FIQUEREDO, L T. M.; FONSECA, B.A.L. **Dengue**. In: Tratado de Infectologia (R. Veronesi& R. Focacia). São Paulo: Atheneu, p.201-214. 1996.

FISCH, G.; LEAN, J.; WRIGHT, I.R.; NOBRE, CA. Simulações climáticas do efeito do desmatamento na região Amazônica: estudo de um caso em Rondônia. **Revista Brasileira de Meteorologia**, 12(1):33-48. 1997b.

FOCKS, D. A.; DANIELS, E.; HAILR, D. G.; KEESLING, J. E. A simulation model of the epidemiology of urban dengue fever: literature analysis, model development, preliminary

validation and samples of simulation results. **The American Journal of Tropical Medicine Hygiene**, v. 53, p. 489 – 509, 1995.

FRANCA, R. R. da. **Anticiclones e umidade relativa do ar: um estudo sobre o clima de Belo Horizonte**. Dissertação de Mestrado em Geografia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

FREITAS, B. S.; LIMA, L. S.; GOMES, A. C. S.; PERES, L. V.; SILVA, A. S. Análise da associação entre variáveis meteorológicas e as internações por dengue no município de Rio Branco/AC. **Revista de Geociências do Nordeste**, v. 7, n. 2, p. 162-171, 16 set. 2021.

FREITAS, J.; SANTIAGO, E.; FREITAS, J.; SILVA, A.; ARAÚJO FILHO, R.; PISCOYA, V.; FILHO, M. **Tendência espaço-temporal do número de casos de dengue em Pernambuco-Brasil**. Research, Society and Development. 9. 526974427. 10.33448/rsd-v9i7.4427. 2020.

FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ (**Fiocruz**), Ministério da Saúde, Brasil. Acesso em: 28/03/2022.

GOMES, A. C. S.; CONSTANTINO, S. M. H.; LUCIO, P. S. Dynamic Regression Model for Evaluating the Association Between Atmospheric Conditions and Deaths due to Respiratory Diseases in São Paulo, Brazil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 33, n. 1, 1-10, 2018. doi: <https://doi.org/10.1590/0102-7786331001>.

GONÇALVES, R.P.; LIMA, E. C.; LIMA, J. W. O.; SILVA, M. G. C. CAPRARA, A. Contribuições recentes sobre conhecimentos, atitudes e práticas da população brasileira acerca da dengue. **Saúde e Sociedade**, v.24, n.2, p.578-593, abr/jun 2015.

GUBLER, D. J. Commentary: Ashburn PM, Craig CF. Experimental Investigations Regarding the Etiology of Dengue. **The Journal of Infectious Diseases**. v. 189 n. 9, p. 1744 – 1783, 2004.

GUEDES, E. E. V. **Fundamentação metodológica e primeiros estudos sobre deposição úmida em Rio Branco, Acre, Brasil**. 2006. 52 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Manejo de Recursos Naturais) – Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC.

HOOP, M; FOLEY, J. A. Global scale relationship between climate and dengue fever vector *Aedes aegypti*. **Climate Change**, v.48, p441-163, 2001.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Brasília: Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão**. Disponível em: <http://mapas.ibge.gov.br/clima/viewer.htm>. Acesso em: março de 2022.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades. **Rio Branco**. Disponível em: <http://ibge.gov.br/cidadesat>. Acesso: março de 2022.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **In Portal de Mapas**. Disponível em: <https://portaldemapas.ibge.gov.br/portal.php#mapa201449>. Acesso em: março de 2022.

INMET, Instituto Nacional de Meteorologia. **BDMEP - Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa**. Disponível em: <https://bdmep.inmet.gov.br>.
INMET. **Normais Climatológicas 1991-2020**. Instituto Nacional de Meteorologia. Brasília - DF. 2022.

INSTITUTO EUROPEU DE MEDICINA VIRTUAL 2000. **Actualidad sobre salud**. Disponível em: www.worldwidehospital.com/h24h/dengue1.htm.

JARBAS JÚNIOR, B. S.; FERNANDO JÚNIOR, G. P. **Epidemiologia da Dengue**. In: SOUSA, L. J. de. *Dengue: Diagnóstico, tratamento e prevenção*. 2º ed. Rio de Janeiro: Editora Rubio, 2008.

JIMÉNEZ-MUÑOZ, J. C.; MATTAR, CR.; BARICHIVICH, J.; SANTAMARÍA-ARTIGAS, A.; TAKAHASHI, K.; MALHI, Y.; SOBRINO, J. A.; SCHRIER, G. **Record-breaking warming and extreme drought in the Amazon rainforest during the course of El Niño 2015–2016**. *Scientific Reports*. 2016. 6:33130 DOI: 10.1038/srep33130.

KENDALL, M. G., **Rank Correlation Methods**, Oxford Univ. Press, New York, 1975.
KOOPMAN JS, PREVOTS DR, VACA-MARIN MA, GOMEZ-DANTES H, ZARATE-AQUINO ML, et al. Determinants and predictors of dengue infection in Mexico. **Am J Epidemiol**, 133: 1168-1178, 1991.

KOOPMAN, J.A., PREVOTS, D.R., MARTIN, M.A.V., DANTOS, H.G., AQUINO, M.L.Z., LONGINI, I.M., JR. AND AMOR, J.S. Determinants and predictors of dengue infection in Mexico. *American Journal of Epidemiology* 133, 1168 – 78. 1991.

KOPPEN, W. **Climatologia: com um estudo de los climas de la tierra**. México: Fondo de Cultura Economica, 478p. 1948.

LATORRE, M. R. D.O.; CARDOSO, M. R. A. Análise de Séries Temporais em Epidemiologia: uma Introdução Sobre os Aspectos Metodológicos. **Revista Brasileira de Epidemiologia**. v. 04, n 03, p. 145-151, 2001.

LIZZI, E. A. S. **Predição do número mensal de casos de dengue por modelos de séries temporais**. Dissertação (Mestrado em Métodos Quantitativos em Saúde). Universidade de São Paulo. Rio Preto – SP. 2012.

MACHADO J. P.; OLIVEIRA, R. M.; SOUZA-SANTOS, R. **Análise espacial da ocorrência de dengue e condições de vida na cidade de Nova Iguaçu**, Rio de Janeiro, Brasil. *Cadernos de Saúde Pública* [online]. 2009, v. 25, n. 5 [Acessado 1 abril 2022], pp. 1025-1034. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0102-311X2009000500009>>. ISSN 1678-4464.

MAGALHÃES, G. B. **Clima e saúde: relação entre os elementos atmosféricos e a dengue na região metropolitana de fortaleza**. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-graduação em Geografia/UFC. Fortaleza – CE, 2011.

- MANN, H. B., Nonparametric tests against trend. **Econometrica**,13, 245–259, 1945.
- MASTROMAURO, G. C. **Alguns aspectos da saúde pública e do urbanismo higienista em São Paulo no final do século XIX**. Cadernos de História da Ciência – Instituto Butantan; v. VI (2) Jul-Dez, 2010.
- MEDRONHO, R. M. **Geoprocessamento e saúde: uma nova abordagem do espaço no processo saúde-doença**. Rio de Janeiro: FIOCRUZ/CICT/NECT, 1995. 135P.
- MELCHIOR, L. A. K. **Análise temporal, espacial e espaçotemporal da ocorrência da dengue, leishmaniose tegumentar americana e malária no estado do Acre**. Tese - Faculdade de Saúde Pública da USP, São Paulo, 2016.
- MENDONÇA, F. de A.; SOUZA, A. V.; DUTRA, D. A. Saúde pública, urbanização e dengue no Brasil / Public health, urbanizationartigosdengue's fever in Brazil. **Sociedade & Natureza**, [S. l.], v. 21, n. 3, 2010. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/sociedadennatureza/article/view/9606>. Acesso em: 1 abr. 2022.
- MOORE, C.G. Predicting aedes aegypti abundance from climatological data. In **Ecology of Mosquitoes** (L.P. Lounibos, J.R. Rey and J.H. Frank, eds), pp. 223 – 33. 1985. Vero Beach, Florida: Florida Medical Entomology Laboratory.
- MORETTIN, P. A. **Econometria financeira: um curso em séries temporais financeiras**. 2ª edição. São Paulo: Edgar Blucher, 2011.
- MUSTAFA, M. S., RASOTGI, V.; JAIN, S.; GUPTA, V. Discovery of fifth serotype of dengue virus (DENV-5): a new public health dilemma in dengue control. **Medical journal armed forces India**, v. 71, n.1, p. 67-70, 2015.
- NAING, C.M; LERTMAHARIT, S.; NAING, K.S. Time-Series analysis of dengue fever/dengue haemorrhagic fever in Myanmar since 1991. **Dengue Bulletin**, v. 26, p. 24-32. 2002.
- NOGUEIRA, R. M. R.; MIAGOSTOVICH, M. P.; LAMPE, E.; SCHATZMAYR, H. G. **Isolation of dengue virus type 2 in Rio de Janeiro**. Mem Inst Oswaldo Cruz. 1990; 85(2): 253.
- NOGUEIRA, R. M. R.; MIAGOSTOVICH, M. P.; LAMPE, E.; SCHATZMAYR, H. G. **Dengue epidemic in the state of Rio de Janeiro, Brazil, 1990-1: co-circulation of dengue 1 and dengue 1 and dengue 2 serotypes**. Epidemiol Infect. 1993; 111(1); 163: 170.
- NOGUEIRA, R. M.; MIAGOSTOVICH, M. P.; FILIPPIS, A. M. B.; PEREIRA, M.A S., SCHATZMAYR, H. G. **Dengue vírus type 3 in Rio de Janeiro, Brazil**. Mem Inst Oswaldo Cruz. 2001; 96(7): 925-926.
- NORMILE, D. **First new dengue virus type in 50 years**. **sciencelnsider**. 2013. disponível em: <http://www.sciencemag.org/newa/2013/10/first-new-dengue-virus-type-50-years>. Acesso: 22 de janeiro de 2022.

O POVO. **Jornal do Ceará**. Fortaleza, 26 de fev. de 2002.

OLIVEIRA-JÚNIOR, J. F.; GOIS, G.; SILVA, E. B.; TEODORO, P. E.; JOHANN, J. A.; JUNIOR, C. A. S. Non-parametric tests and multivariate analysis applied to reported dengue cases in Brazil. **Environ Monit Assess**. 2019 Jun 29;191(7):473. doi: 10.1007/s10661-019-7583-0. PMID: 31256248.

OPAS – ORGANIZACION PANAMERICA DE LA SALUD. **Dengue**. 2021. Acesso: março de 2022.

OPAS. Pan American Health Organisation. Dengue and dengue haemorrhagic fever in the Americas: Guidelines for prevention and control. **Scientific Publication** No. 548. 1994.

PACHECO, I. C. S.; Carvalho, A. M. A.; Pontes, E. R. J. C.; SILVA, M. G. Relação entre condições climáticas e incidência de dengue em Campo Grande, MS. **Multitemas**, Campo Grande, MS, v. 22, n. 51, p. 235-252, jan./jun. 2017.

PATZ, J. A.; MARTENS, W. J. M.; FOCKS, D. A.; JETTEN, T. H. Dengue fever epidemic potential as projected by general circulation models of global climate change. **Environ Health Perspect**. 106: 147–153, 1998.

PATZ, J. A.; MARTENS, W. J. M.; FOCKS, D. A.; JETTEN, T. H. Dengue fever epidemic potential as projected by general circulation models of global climate change. **Environmental Health Perspectives** 106(3), 147 – 53. 1998.

PEDRO, A. **O dengue em Nichtheroy**. Brazil-Medico. 1923; 50 (3 -4): 161-169.

RAMALHO, W. M. **Influência do regime de chuvas na ocorrência do Dengue em municípios brasileiros, 2002 a 2006**. Dissertação (mestrado). Universidade Federal da Bahia. 2008.

REBOITA, M. S.; GAN, M. A.; DA ROCHA, R. P.; AMBRIZZI, T. Regimes de Precipitação na América do Sul: uma Revisão Bibliográfica. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 25, n. 2, p. 185-204, jun. 2010.

RIGAU-PEREZ, J.G.; CLARK, C.G.; GUBER, D.J.; REITER, P.; SAUDERS, E.J.; VORNDAM, A.V. **Dengue and dengue haemorrhagic fever**. Lancet 352(9132), 971 – 7. 1998.

ROCCO, I. M.; SILVEIRA, V. R.; MAEDA, A. Y.; SILVA, S. J. S.; SPENASSATTO, C.; BISORDI, I.; SUZUKI, A. Primeiro isolamento de Dengue 4 no estado de São Paulo, Brasil, 2011. **Rev Inst Med Trop S. Paulo** 2012; 54(1):49-51.

ROCHA, R. C. **Epidemiologia da dengue na cidade de Rio Branco – Acre, Brasil, no período de 2000 a 2007**. Tese (Doutorado em Ciências). Universidade de São Paulo. 2011.

RODHAIN F. **The situation of dengue in the world**. Bull Soc Pathol Exot. 1996. 89(2): 87-90.

- ROUQUAYROL, M. Z. **Epidemiologia e saúde**. Rio de Janeiro: MEDSI, 1999.
- SANTOS, A. R. **Precipitação Atmosférica**. Dept de Geografia. Universidade Federal do Espírito Santo. 1998.
- SANTOS, J. F.; PORTELA, M. M. **Tendências em Séries de Precipitação Mensal em Portugal Continental: Aplicação do Teste de Mann-Kendall**. In: Anais do XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos (CDROM), São Paulo, 2007.
- SEPETAUSKAS, C. S. N.; TOMÁS, L. R.; SANCHES, D.; LONDE, L. R. SANTOS, L. B. L. Correlação cruzada em séries temporais de casos de dengue - em busca do atraso que maximiza a correlação. **SBMAC - Sociedade de Matemática Aplicada e Computacional**. v. 8, n. 1 (2021).
- SESACRE - Secretaria de Estado da Saúde do Acre. Governo do Estado do Acre. **Dengue cresce no Acre com chuvas rigorosas nas últimas semanas**. 2018. Disponível em: <https://agencia.ac.gov.br/dengue-cresce-no-acre-com-chuvas-rigorosas-nas-ultimas-semanas/>. Acesso em: março de 2022.
- SESACRE - Secretaria de Estado da Saúde do Acre. Governo do Estado do Acre. **Casos de dengue diminuem em Rio Branco**. 2013. Disponível em: <https://agencia.ac.gov.br/casos-de-dengue-diminuem-em-rio-branco/>. Acesso em: março de 2022.
- SETTE, D. M.; RIBEIRO, H. Interações entre o clima, o tempo e a saúde humana. INTERFACEHS. **Revista de Saúde, Meio Ambiente e Sustentabilidade**; v. 6, n. 2, 2011.
- SILVA DIAS, M. A. F. Meteorologia, desmatamento e queimadas na Amazônia: uma síntese de resultados do LBA. **Revista brasileira de meteorologia**, v. 21, n. 3a, p. 190-199, 2006.
- SIMIELLI, M. E. **Geoatlas**. 30. Ed. São Paulo: Atica, 2000. P. 85.
- SIQUEIRA, I. S.; QUEIROZ, J. C. B.; AMIN, M. M.; CÂMARA, R. K. C. A Relação da Incidência de Casos de Dengue com a Precipitação na Área Urbana de Belém-PA, 2007 a 2011, Através de Modelos Multivariados de Séries Temporais. **Revista Brasileira de Meteorologia**. 2018, v. 33, n. 2 [Acessado 4 abril 2022], pp. 380-389. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0102-7786332010>.
- SOEBIYANTO, R. P.; ADIMI, F.; KIANG, R.K. Modeling and predicting seasonal influenza transmission in warm regions using climatological parameters. **Plos One**, v. 5, n. 3, p. 1- 10, 2010.
- SOUSA, F. Avaliação dos estudos hidroclimatológicos do plano estadual de recursos hídricos do Ceará: I – Evapotranspiração. **Irriga, Botucatu**, v.3, n°3, 1998, pp. 109-125.
- SOUSA, J. W. Características climáticas do município de Rio Branco, Acre, período de 1990-2019. **Scientia Naturalis**, v. 2, n. 2, 723-740, 2020.

SOUZA M. L. A. **A dengue no nordeste do brasil: análise do espaço-temporal e dos aspectos do clima e socio sanitários.** Tese (Doutorado em Ciências Climáticas), Universidade Federado Rio Grande do Norte, 2018.

SOUZA, C. G; NETO, J. L. S. Geografia da saúde e climatologia médica: ensaios sobre a relação clima e vulnerabilidade. **HYGEIA, Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, 2008.

SUTHERST R. W. Global change and human vulnerability to vector-borne diseases. **Clin. Microbiol. Rev.** 2004; 17(1): 136-73.

TAUIL, P. L. **Urbanization and dengue ecology.** Cadernos de Saúde Pública [online]. Rio de Janeiro, 17 (Suplemento): 99-102, 2001. [Acessado 1 abril 2022].

TEIXEIRA, M. G.; BARRETO, M. L.; GUERRA, Z. Epidemiologia e medidas de prevenção do Dengue. **Inf. Epidemiol. Sus**, Brasília, v.8, n.4, p.5-33, dez.1999. Disponível em <http://scielo.iec.gov.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-16731999000400002&lng=pt&nrm=iso>. Acesso: em 04 abr. 2022. <http://dx.doi.org/10.5123/S0104-16731999000400002>.

TIAN, L.; BI, Y.; HO, S.C.; LIU, W.; LIANG, S.; GOGGINS, W.B.; CHAN, E.Y; ZHOU, S.; SUNG, J.J. One-year delayed effect of fog on malaria transmission: a time-series analysis in the rain forest area of Mengla County, southwebst China. **Malaria Journal**, v. 19, n. 7, p. 110, 2008.

TORRES, E.M. **Dengue.** Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2005.

VAIDYA T, DE BISSCHOP C, BEAUMONT M, OUKSEL H, JEAN V, DESSABLES F, CHAMBELLAN A. Is the 1-minute sit-to-stand test a good tool for the evaluation of the impact of pulmonary rehabilitation? Determiration of the minimal important difference in COPD. **Int J Chron Obstruct Pulmon Dis.** 2016 Oct 19; 11: 2609-2616. doi: 10.2147/COPD.S115439.

VASCONCELOS, P. F. C.; LIMA, J. W. O.; ROSA, A. P. A. T.; TIMBÓ, M. J.; ROSA, E. S. T.; LIMA, H. R.; RODRIGUES, S. G.; ROSA, J. F. S. T. Epidemia de dengue em Fortaleza, Ceará: inquérito soro-epidemiológico aleatório. **Revista de Saúde Pública.** 1998, v. 32, n. 5 [Acessado 4 abril 2022], pp. 447-454. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0034-89101998000500007>>.

WATTS, D.M.; BURKE, D. S.; HARRISON, B. A.; WHITMIRE, R. E.; NISALAK, A. Effect of temperature on the vector efficiency of *Aedes aegypti* for dengue 2 virus. **Am J Trop Med Hyg.** 36: 143–152, 1987.

WEGBREIT, J. The possible effects of temperature and precipitation on dengue morbidity in Trinidad and Tobago: A retrospective longitudinal study. **In Population Environment Dynamics: Issues and Policy.** Univ. Mich: School of Natural Resources and the Environment. 1997.

WHO - World Health Organization. **Dengue control**. disponível em: <http://www.who.int/emery/csr/alertresponse/en/>. Acessado em 24/01/2022.

WHO. **Dengue and severe dengue**; 2015. [Online; acessado em abril de 2015]. Available from: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs117/en/>.

ZHANG, Q.; YU, H.; SUN, P.; SINGH, V.; SHI, P. **Multisource data based agricultural drought monitoring and agricultural loss in China**. Glob. Planet. Change. 2019:298-306.