

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL  
CAMPUS DE TRÊS LAGOAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

GABRIEL KENDY MACHIDA

**A RELAÇÃO ENTRE A DENGUE E OS ELEMENTOS CLIMÁTICOS NO  
MUNICÍPIO DE PEREIRA BARRETO - SP**

Três  
Lagoas/MS  
Outubro, 2022

**A RELAÇÃO ENTRE A DENGUE E OS ELEMENTOS CLIMÁTICOS NO  
MUNICÍPIO DE PEREIRA BARRETO - SP**

Dissertação de mestrado apresentada ao curso de Pós-graduação em Geografia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campus de Três Lagoas, para a obtenção do Grau de Mestre em Geografia.

Orientadora: Profa. Dra. Gislene Figueiredo Ortiz Porangaba.

Três Lagoas - MS  
Outubro, 2022

GABRIEL KENDY MACHIDA

**A RELAÇÃO ENTRE A DENGUE E OS ELEMENTOS CLIMÁTICOS NO  
MUNICÍPIO DE PEREIRA BARRETO - SP**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) – Campus de Três Lagoas/MS, como requisito parcial para aprovação no exame geral de qualificação.  
Orientadora: Profa. Dra. Gislene Figueiredo Ortiz Porangaba.

Resultado: Aprovado

Três Lagoas-MS, 28 de setembro de 2022

BANCA EXAMINADORA

---

Profa. Dra. Gislene Figueiredo Ortiz Porangaba

UFMS/CPTL

---

Profa. Dra. Rafaela Fabiana Ribeiro Delcol

UFMS/CPTL

---

Profa. Dra. Danielle Cardozo Frasca Teixeira

UNESP/PP

“O mundo é formado não apenas pelo que já existe, mas pelo que pode efetivamente existir.”

(Milton Santos)

## **DEDICATÓRIA**

À minha mãe que, durante todo o percurso de minha graduação e pós-graduação, me auxiliou e buscou incentivar meu estudo.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço à minha orientadora, Profa. Dra. Gislene Figueiredo Ortiz Porangaba, por toda a contribuição e paciência durante o percurso da pós-graduação.

E agradeço aos docentes e discentes com os quais tive a oportunidade de interagir, mesmo à distância, durante o curso.

## RESUMO

Com a crise de dengue registrada no município de Pereira Barreto – SP durante os meses de novembro e dezembro de 2018 e janeiro e fevereiro de 2019, sendo esta a maior crise da doença desde o ano de 2015, o objetivo desta pesquisa foi analisar a relação entre elementos do clima e o número de casos de dengue no município, sendo estudado o período entre 2015 a 2021. Para alcançar o objetivo do estudo, foram utilizados dados de casos de dengue, juntamente de dados do acumulado mensal de precipitação e temperaturas do ar da área de estudo, com as notificações confirmadas da dengue sendo retiradas do Sistema de Informação de Agravos de Notificação - SINAN e fornecidos pela Vigilância Epidemiológica de Pereira Barreto, e os de chuva e temperaturas adquiridos a partir da estação agrometeorológica Santa Adélia, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Campus Ilha Solteira. Para análise dos impactos dos elementos do clima no número de casos de dengue, foram utilizados cálculos de correlação e determinação para se observar a relação direta dos diferentes elementos e o aumento ou diminuição de casos, com a análise mensal dos dados de cada ano do período estudado. Como conclusão, observou-se que os casos de dengue apresentaram relação com o regime de chuvas, ocorrendo a concentração de notificações em meses de maior precipitação. O estudo demonstrou também que a característica de ano-padrão de 2015 se diferenciou dos anos de 2019 e 2021, e que entre os elementos climáticos, as temperaturas mínimas apresentaram a maior estabilidade na correlação com os casos de dengue nos anos hidrológicos em que houveram os maiores registros, demonstrando a necessidade de temperaturas mínimas adequadas para a manutenção do ciclo do vetor. No mesmo período, a influência das chuvas apresentaram influência não constante no período sem defasagem, sendo mais significativa nos anos de 2015/2016 e 2020/2021 a partir das defasagens de um e dois meses. A temperatura máxima obteve resultados que apontaram maior influência nos anos de 2015/2016 e 2018/2019, tanto no período sem defasagem quanto nos meses seguintes.

**Palavras chave:** Climatologia; Dengue; Geografia da Saúde

## ABSTRACT

With the dengue crisis recorded in the municipality of Pereira Barreto - SP during the months of November and December 2018 and January and February 2019, the largest crisis of the disease since the year 2015, the objective of this research was to analyze the relation between elements of climate and the number of dengue cases in the municipality, being studied the period between 2015 and 2021. To achieve the objective of the study, data of dengue cases were used with data of accumulated monthly precipitation and air temperatures, with the confirmed dengue notifications being taken from the Information System of Notifiable Diseases - SINAN and provided by the Epidemiological Surveillance of Pereira Barreto, with data of rainfall and temperatures acquired from the Santa Adélia agrometeorological station, of the Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - Campus Ilha Solteira. To analyze the impacts of climate elements on the number of dengue cases, correlation and determination calculations were used to observe the direct relationship of the different elements and the increase or decrease of cases, with monthly data analysis for each year of the studied period. In conclusion, it was observed that dengue cases showed a relationship with the rainfall regime, with a concentration of notifications in months of greater precipitation. The study also showed that the characteristic of standard-year in 2015 differed from the years 2019 and 2021, and that among the climatic elements, the minimum temperatures showed the greatest stability in the correlation with dengue cases in the hydrological years in which there were the highest records, demonstrating the need for adequate minimum temperatures for the maintenance of the vector cycle. In the same period, the influence of rainfall showed a non-constant influence in the period without lag, being more significant in the years 2015/2016 and 2020/2021 from lags of one and two months. The maximum temperature obtained results that indicated greater influence in the years 2015/2016 and 2018/2019, both in the period without lag and in the following months.

**Keywords:** Climatology; Dengue; Health Geography

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	9
<b>2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO</b>	11
<b>3. A RELAÇÃO GEOGRAFIA, CLIMA E SAÚDE NO BRASIL</b>	16
<b>3.1 Dengue e seu contexto no Brasil</b>	19
<b>3.2 Diferentes estudos sobre a dengue no Brasil</b>	23
<b>4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS E MATERIAIS DE PESQUISA</b>	28
<b>5. CASOS DE DENGUE E ACUMULADO PLUVIOMÉTRICO ENTRE OS ANOS DE 2015 A 2021</b>	31
<b>6. O USO DE QUANTIS PARA A ANÁLISE DE ANOS-PADRÃO EM PEREIRA BARRETO</b>	39
<b>7. A CORRELAÇÃO E O COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO ENTRE VARIÁVEIS CLIMÁTICAS E OS CASOS DE DENGUE</b>	45
<b>7.1. Defasagem entre variáveis climáticas e os casos de dengue</b>	62
<b>8. SÍNTESE DAS CARACTERÍSTICAS DOS ANOS COM MAIORES REGISTROS DE DENGUE</b>	96
<b>9. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	99
<b>REFERÊNCIAS</b>	102

# 1. INTRODUÇÃO

Os meses de novembro e dezembro do ano de 2018, e em especial nos meses de janeiro e fevereiro de 2019, Pereira Barreto - SP registraram a maior crise de dengue no município de Pereira Barreto - SP, com um total de casos que ultrapassou o ano de 2015, anteriormente o ano com o maior número de casos da doença. Este grande aumento de incidência da doença no município, assim como outras crises que ocorreram no estado de São Paulo e em outras regiões do Brasil demonstram a importância de estudos que busquem auxiliar no combate à doença, principalmente devido a característica da dengue como uma desastre humano segundo a Codificação de Desastres, Ameaças e Riscos (CODAR) da Política Nacional de Defesa Civil (2007), a qual aponta a dengue como um Desastre humano relacionado com doenças transmitidas por vetores .

Em conjunto com a problemática da dengue, está a análise de elementos climáticos de Pereira Barreto, sendo o motivo deste estudo os impactos do clima sobre a saúde humana. Segundo Confalonieri (2003), existem duas maneiras nas quais o clima causa impacto na saúde: influenciando fenômenos biológicos de maneira contínua, e através de eventos climático- meteorológicos extremos de forma episódica. A influência contínua, segundo o autor, tem como principais fatores a temperatura, umidade relativa, precipitação pluviométrica e o ciclo hidrológico, que afetam a reprodução e sobrevivência de agentes patológicos como o vetor da dengue, sendo este o mosquito *Aedes aegypti*. Já a forma episódica se manifesta através de acidentes e traumas, sendo exemplos tempestades seguidas por inundações em áreas urbanas. Estes eventos meteorológicos extremos podem, de forma direta, causar epidemias<sup>1</sup> de doenças infecciosas.

Entre as importâncias do estudo e de um maior entendimento sobre a dengue no município de Pereira Barreto (SP), estão a questão ambiental e de saneamento público, em conjunto com determinadas características do município que podem influenciar e serem influenciadas pela doença. Na questão ambiental, está a necessidade do cuidado de áreas

---

<sup>1</sup> Segundo o instituto Butantan, epidemia é o termo utilizado para o aumento no número de casos de uma doença em diversas regiões, estados ou cidades, porém sem atingir níveis globais.  
Disponível em: <https://butantan.gov.br/covid/butantan-tira-duvida/tira-duvida-noticias/entenda-o-que-e-uma-pandemia-e-as-diferencas-entre-surto-epidemia-e-endemia>. Acessado em 25 de out. 2022

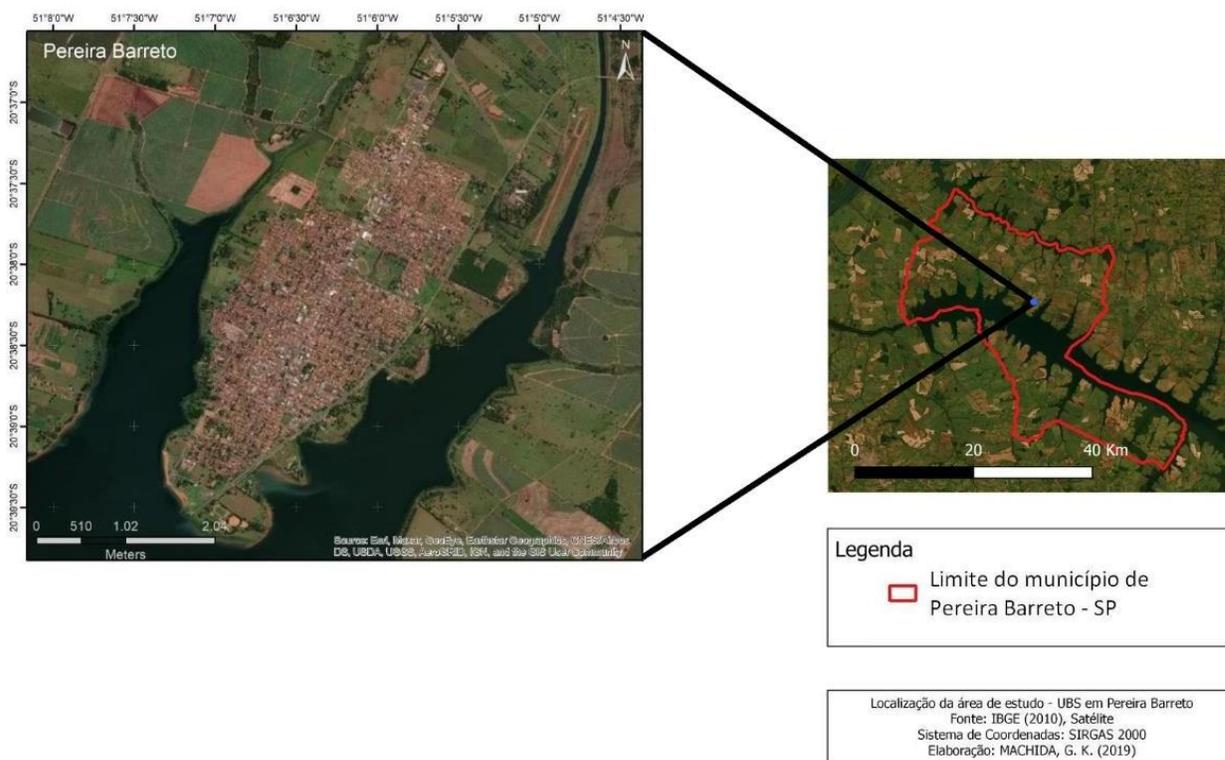
urbanas próximas às margens do Rio Tietê, combinados com a necessidade de manejo e coleta de materiais descartados que possam servir como criadouros do mosquito. Em relação às características, o fato do município ser uma Estância Turística significa um maior fluxo populacional principalmente durante as épocas mais propícias ao turismo, podendo significar um maior número de pessoas necessitando de atendimento médico em caso de surtos de dengue, e um aumento no descarte de objetos e materiais que podem resultar em novos criadouros para o mosquito.

A partir dessa problemática, o objetivo principal desta pesquisa é analisar a relação entre os elementos climáticos de precipitação pluviométrica e temperatura do ar com os casos de dengue no município de Pereira Barreto (SP), durante o período de 2015 a 2021. Especificamente, pretende-se observar qual a dinâmica da doença após a crise de casos de dengue ocorrida em 2019, em relação a aumento ou queda no número de casos; relacionar, em cada ano do período analisado, o número de casos da dengue com o volume de chuvas mensais, a fim de se observar em quais meses ocorrem os maiores número de registros e se estes se encontram nos períodos de maior volume pluviométrico; e utilizar cálculos de correlação para analisar o nível de influência dos aspectos climáticos (chuva, temperatura máxima e temperatura mínima) no número de casos da doença. Para alcançar estes objetivos, o trabalho foi iniciado a partir da caracterização da área de estudo e o levantamento bibliográfico sobre o estudo de Geografia da Saúde, climatologia e dengue, prosseguido por pesquisa sobre diferentes artigos, dissertações e trabalhos relacionados à doença dentro da Geografia. Em seguida, foram utilizados os dados obtidos para estudo da influência da precipitação e temperatura sobre os casos de dengue, sendo analisados a dinâmica entre os casos e a chuva, os anos-padrão, e o uso de cálculo de correlação para aprofundar o estudo entre chuva, temperaturas e a dengue.

## 2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O município de Pereira Barreto está localizado na região noroeste do estado de São Paulo, pertencendo à mesorregião de Araçatuba e a microrregião de Andradina, segundo a Divisão Territorial Brasileira (DTB) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Segundo o Censo (2010) realizado pelo IBGE, o município possuía uma população de 24.962 habitantes no ano de 2010, com uma estimativa de 25.685 para o ano de 2021, sendo que deste total, seriam 23.235 habitantes sendo residentes do perímetro urbano (Figura 1) segundo dados da Prefeitura de Pereira Barreto (2010).

Figura 1 - Perímetro urbano de Pereira Barreto - SP e limite do município



Fonte: Machida (2021)

Segundo a página “Nossa História” do site da Prefeitura de Pereira Barreto (SP), o município está localizado em uma região que, em 1858, pertencia a uma fazenda federal onde

desenvolveu-se uma colônia militar intitulada “Estabelecimento Naval de Itapura”, estando localizado também nesta região o povoado de Itapura, sendo parte do distrito de Penápolis a partir do ano de 1910 e com terras pertencentes ao Coronel Jonas Alves de Mello. Em 11 de agosto de 1928, foi fundado oficialmente o distrito de Novo Oriente a partir da compra de parte das terras por parte de Mitsusada Umetani com o objetivo de receber imigrantes japoneses para o trabalho e cultivo de lavouras (Figura 2), sendo elevado à categoria de município pelo decreto nº 9.775 em 30 de novembro de 1938 com o nome de Pereira Barreto, em homenagem ao médico e político brasileiro Luiz Pereira Barreto.

Figura 2 - Planta da área dividida em 10 alqueires paulista. Projeto urbanístico do engenheiro Kazuo Nakashima



Fonte: Prefeitura da Estância Turística de Pereira Barreto  
Disponível em: <https://pereirabarreto.sp.gov.br/nossa-historia>. Acesso em: 18 de fevereiro de 2022

No ano de 1980, teve início a construção do canal artificial de Pereira Barreto, visando permitir a navegação no tramo norte da Hidrovia Tietê-Paraná e conectar os estados de São Paulo, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais e Goiás. Com a inauguração da Usina Hidrelétrica de Três Irmãos e a formação da barragem durante a década de 1990, a cidade de Pereira Barreto tornou-se quase uma ilha fluvial e perdeu parte de suas terras agricultáveis.

Em 13 de abril de 2000, o município de Pereira Barreto foi elevado à categoria de Estância Turística pelo governo do Estado de São Paulo, indicando que o município possui requisitos determinados pela Lei Complementar nº 1.261, de 29 de abril de 2015, além de possuir infraestrutura e serviços direcionados ao turismo que atendem aos pré-requisitos necessários para a qualificação como Estância Turística, segundo site do governo do Estado de São Paulo.

Entre os principais pontos turísticos do município de Pereira Barreto estão: a Praia Municipal Pôr-do-Sol (Figura 3), uma praia artificial localizada na margem direita do Rio Tietê, no reservatório da Usina Hidrelétrica de Três Irmãos; a Praça da Bandeira “Comendador Jorge Tanaka”, conhecida popularmente por Praça da Bandeira e nomeada em homenagem ao ex- prefeito Jorge Tanaka, estando localizada próxima de comércios, bancos, e da área central de comércio conhecida popularmente como “Calçadão”; o monumento Go-Ju-No-To, localizado dentro da Praça da Bandeira e um marco da colônia japonesa no município, tendo sido construído em 1958 por Risaburo Murai; o Relógio Quatro Faces, popularmente conhecido como Relojão, sendo outro marco da história de colonos japoneses no município e estando localizado próximo à praça da Bandeira, no cruzamento das ruas Cozo Taguchi e Fauzi Kassin. Assim como o monumento Go-Ju-No-To, foi construído em 1958 por Risaburo Murai, tendo sido restaurado em 2009 para assegurar o aspecto original do monumento.

Figura 3 - Visão aérea da Praia Municipal Pôr-do-Sol



Fonte: Prefeitura da Estância Turística de Pereira Barreto  
Disponível em: <https://guia.pereirabarreto.sp.gov.br/empresa.php?id=135>. Acesso em: 10 de fevereiro de 2022

Além dos pontos turísticos, o município de Pereira Barreto conta com eventos culturais e festivos como convidativos que atraem turistas para o município, estando entre os principais eventos o Bon Odori, festividade de tradição japonesa realizada no município de Pereira Barreto no último sábado e domingo do mês de julho, a Feira Industrial e Agropecuária de Pereira Barreto (FIAP) e a Festa do Peão realizadas na semana do aniversário do município (onze de agosto), o Réveillon e a queima de fogos às margens do Rio Tietê na Praia Pôr-do-sol, entre outros eventos e festivais que ocorrem no decorrer do ano.

Como aspecto econômico, os dados do IBGE no ano de 2019 indicam que o município de Pereira Barreto possui um PIB per capita de R \$29.553,41, com um rendimento médio mensal de 2.5 salários mínimos em 2019 e taxa de ocupação de 22.2% em relação à população total. De acordo com o site da Prefeitura, as principais atividades econômicas do município são o Turismo, devido a suas características como Estância Turística, a piscicultura com a criação de tilápias, a agropecuária com a criação de gado, a agricultura com plantações de cana de açúcar, milho e frutas cítricas, e a produção de açúcar e álcool com a Usina Santa

Adélia.

Em suas características físicas, Pereira Barreto possui relevo predominantemente

plano e suave ondulado, com altitude oscilando entre 335 e 385 m (CAMPOS *et al.*, 2007) e uma área territorial de 974,247 km<sup>2</sup>. Segundo Dubreuil *et al.* (2018), a cidade está localizada em uma região que apresenta um Tipo de Clima Anual (TCA) classificado predominantemente com o clima Aw, indicando verões quentes e chuvosos com estiagens durante os meses de inverno.

O solo do município consiste principalmente em Latossolo vermelho e Argissolo vermelho, com material de origem derivado principalmente de arenitos da Formação Santo Anastácio (CAMPOS *et al.*, 2007), sendo pertencente ao Grupo Bauru. O uso do solo, segundo dados obtidos na sessão de geociências do site do IBGE e analisados com o uso de *software* QGIS - versão Coruña, indicam que boa parte da cobertura vegetal do município é compostapor pastagens e plantios.

Dos domicílios no município de Pereira Barreto, a cobertura de esgotamento sanitário adequado é de 94,9% das residências, com porcentagem semelhante a de domicílios localizados em vias públicas com arborização. Já a quantidade de domicílios urbanos localizados em vias públicas com urbanização adequada, ou seja, com presença de bueiro, calçada, pavimentação adequada e meio-fio, é de 19,5% das residências do município, sendo que os dados foram retirados do Censo de 2010 do IBGE.

Formando a hidrografia do município, dois rios atravessam o município de Pereira Barreto, sendo estes o Rio São José dos Dourados, com nascente no município de Mirassol e foz no Rio Paraná, o qual faz parte do reservatório da Usina Hidrelétrica de Ilha Solteira, e o Rio Tietê, que foi represado nos anos 1990 para abastecer a Usina Hidrelétrica de Três Irmãos. Percorrendo o município de forma quase paralela, os rios São José dos Dourados e Tietê são conectados através do Canal artificial de Pereira Barreto, construído na década de 1980 para permitir a navegação no tramo norte da Hidrovia Tietê-Paraná e permitir a ligação das águasrepresadas do Rio Tietê com o reservatório da Usina de Ilha Solteira.

### 3. A RELAÇÃO GEOGRAFIA, CLIMA E SAÚDE NO BRASIL

Enquanto a ciência Geográfica foi institucionalizada, ao menos em caráter oficial, durante o século XVIII na Europa, Sant'Anna Neto (2012) observou que o clima surgiu como fenômeno analisado pela Geografia apenas no século XIX, afirmando que Emmanuel De Martonne, em sua publicação "*Traité du Géographie Physique*" de 1902, foi um pioneiro em buscar uma definição geográfica do clima. Em sua obra, tratava o papel do clima como fenômeno geográfico, sendo o meio analisado como a zona de contato entre a atmosfera e o globo sólido e líquido. Ainda segundo Sant'Anna Neto (2012, p. 14), "a forma como De Martonne concebeu o estudo geográfico do clima e a classificação climática que propôs a esta época, foi o ponto de partida para o entendimento de todo o desenvolvimento da Geografia do Clima".

No Brasil, Sant'Anna Neto (2003) apontou a criação do Observatório Astronômico do Rio de Janeiro, em 1827, como sendo um início do processo científico que, décadas depois, propiciou o nascimento da climatologia no Brasil. Além disso, a vinda da família real portuguesa ao Brasil, no século XIX, levou os estudos de clima e meteorologia a se preocuparem também com questões como a higiene, a salubridade e com a qualidade de vida nas cidades brasileiras.

Dentro do estudo geográfico sobre o clima, uma das possíveis perspectivas de interesse à Geografia são a "influência que determinados elementos meteorológicos exercem na qualidade de vida (coletiva) e no conforto (individual) dos diversos segmentos sociais" (SANT' ANNA NETO, 2008, p. 64). Segundo Sant'Anna (2008), os principais episódios extremos ou excepcionais que mais afetam a sociedade urbana no território paulista são a qualidade de ar, variações de temperatura, e os impactos meteorológicos, citando como impactos vendavais, chuvas intensas e prolongados períodos de estiagem.

Confaloniere (2003) apresentou o conceito de Variabilidade Climática, descrevendo-a como uma propriedade intrínseca do sistema climático terrestre "responsável por oscilações naturais nos padrões climáticos, observados em nível local, regional e global" (CONFALONIERE, 2003, p. 194), sendo que esta variabilidade climática não deve ser confundida com a mudança climática global, consequência do aumento global da temperatura

provocado pela emissão de gases causadores do efeito estufa. Como observado em sessão anterior, o autor apresentou dois impactos causados pelo clima na saúde humana, sendo o primeiro os fenômenos biológicos contínuos, e o segundo os eventos climático-meteorológicos extremos de forma episódica (Figura 4).

Figura 4 - Impactos do clima na saúde humana



Fonte: Confaloniere (2003).

Ao abordar a relação entre clima e saúde, percebemos que desde a antiguidade, o ser humano buscou relacionar o meio físico-natural com a saúde, sendo estes primeiros pensamentos considerados o início da Medicina e também os primeiros estudos de uma geografia da Saúde. Na Grécia antiga, o tratado de Hipócrates (“Dos Ares, das Águas e dos Lugares”, 480 a.C.) foi um dos primeiros registros que abordaram a relação entre a saúde e os “lugares”, analisando os principais fatores geográficos e climáticos que influenciavam endemias e epidemias (PESSOA, 1978).

A geografia médica tornou-se parte da filosofia grega e do ensino da medicina, bem como ferramenta imprescindível para o diagnóstico e a terapêutica. Os pacientes eram inquiridos a respeito de onde e como vivia, informação que era utilizada na confecção dos diagnósticos. Os pacientes podiam assim, ser aconselhados a procurar tratamento para suas doenças mudando algum padrão de comportamento, estilo de vida ou de ambiente, como a mudança para um clima diferente. A geografia médica tornou-se assim, parte do ensino da medicina ocidental até o final do século XIX (PEITER, 2005, apud ARMSTRONG, 1983).

Uma maior sistematização de informações sobre a espacialização de doenças ocorreu apenas a partir dos séculos XVIII e XIX, sendo encontrada nos estudos de Topografias Médicas (PESSOA, 1978). Segundo Peiter (2005), até meados do século XIX, a Geografia Médica foi uma área de conhecimento construída por médicos que desconheciam agentes etiológicos microbianos das doenças, relegando as enfermidades somente ao ambiente (clima, temperatura, relevo, etc.), em uma visão predominantemente determinista, sendo um exemplo as chamadas doenças tropicais, que estabeleciam relações lineares de causa e efeito com o meio físico.

Porém, o interesse entre a relação das enfermidades com o clima teve um declínio com a descoberta das bactérias e parasitas por Moris Pasteur (1842-1895) e Robert Koch (1843-1910), durante a chamada revolução bacteriológica, levando a medicina a se dedicar somente ao corpo humano e a perder o interesse pelo ambiente, o que resultou na exclusão da Geografia Médica dos currículos do ensino da Medicina (JUNQUEIRA, 2009; PEITER, 2005).

O interesse em uma geografia médica ressurgiu a partir da década de 1930, sendo a Segunda Guerra Mundial um dos principais propulsores deste novo interesse, “[...] na medida em que se tornava fundamental e estratégico o conhecimento das doenças encontradas nos campos de batalha” (PEITER, 2005, p.10). Outro fator que possibilitou a revitalização da geografia médica foi sua introdução como um ramo da geografia, pois como dito anteriormente, os estudos desta área eram realizados por médicos, e não geógrafos (JUNQUEIRA, 2009).

No Brasil, a geografia médica foi cultivada antes da Era Pastorianiana (ou bacteriológica), que identificaram ou descreveram inúmeras moléstias presentes no país, sendo realizada por naturalistas e viajantes estrangeiros (PESSOA, 1978). A fundação das Faculdades de Medicina no Brasil, em 1808, trouxe numerosas teses sobre Patologia e Higiene, sendo abordadas questões referentes à geografia das doenças ou à patologia geográfica das várias regiões brasileiras. (PESSOA, 1978; PEITER, 2005). As primeiras abordagens confiáveis, no Brasil, das influências da paisagem sobre a ocorrência de doenças ocorreram em 1910, sendo realizadas por Oswaldo Cruz, descrevendo em seu relatório sobre as condições do Rio Madeira e a formação de pântanos nas margens baixas do rio, os quais criavam aluviões de mosquitos *Anopheles*, responsáveis pela disseminação da Malária (SANTOS, 2012; INSTITUTO OSWALDO CRUZ, 1972). Entretanto, Peiter (2005) salienta que estes

trabalhos, assim como os da Europa dos séculos XVIII e XIX, eram caracterizados por um cunho determinista, colocando sempre em relevo apenas os aspectos físicos do ambiente como a temperatura, o clima e a vegetação.

O uso apenas descritivo da paisagem e do clima na geografia médica brasileira perdurou até meados da década de 1970, quando esta começou a receber importantes contribuições de autores como Milton Santos. Segundo Junqueira (2009), a abordagem de Milton Santos na geografia da saúde tem importância a partir do momento em que as doenças e suas causas passaram a ser relacionadas não apenas com fatores biológicos ou climáticos, mas também com os fatores socioeconômicos, as condições de trabalho, a idade, os recursos aplicados na melhoria da saúde pública, seu planejamento, a qualidade de vida e outros aspectos tão importantes, mas que por vezes não eram levados em conta (JUNQUEIRA, 2009).

### **3.1 Dengue e seu contexto no Brasil**

A dengue é uma doença infecciosa febril do gênero Flavivírus, apresentando quatro diferentes sorotipos denominados por DENV-1, DENV-2, DENV-3 e DENV-4, tendo como vetor mosquitos do gênero *Aedes* e sendo transmitido nas Américas pela espécie *Aedes aegypti*. Outra espécie, o *Aedes albopictus*, é responsável pela transmissão da doença em países da Ásia, mas apesar de sua presença no Brasil, ainda não existem comprovações de que participe da cadeia de transmissão da dengue no país (BRASIL, 2002). Segundo a *World Health Organization* (2022), pacientes que se recuperam da doença adquirem imunidade permanente contra o mesmo sorotipo, enquanto a imunidade contra outros sorotipos é apenas parcial e temporária, com uma segunda infecção e infecções posteriores por outros sorotipos aumentando o risco do desenvolvimento de dengue hemorrágica, sendo esta uma forma mais grave e letal da doença, com possíveis sintomas sendo hemorragia, sangramentos, hepatomegalia e insuficiência circulatória (BRASIL, 2002).

O vetor *Aedes aegypti* possui uma área de propagação estritamente urbana, demonstrando um comportamento completamente adaptado e dependente de áreas urbanas, com o Instituto da Fiocruz Minas apontando como raro o encontro de ovos e larvas do

mosquito em reservatórios de águas em áreas de matas. O ciclo de vida do vetor possui quatro estágios presentes em duas fases, sendo a primeira a fase aquática, formada pelos estágios de ovo, larva e pupa, e a fase terrestre, formada pelo mosquito adulto. Durante o ciclo de vida do mosquito, Gomes, Nobre e Cruz (2012) apontam que a temperatura ideal para o desenvolvimento do *Aedes aegypti* está entre 21°C e 29°C, enquanto a temperatura ideal para a longevidade e fertilidade do mosquito está entre 22°C e 30°C. Quanto às temperaturas mínimas, os autores apontaram que o vetor deixa de se alimentar em temperaturas abaixo de 17°C e que o vírus se desenvolve muito lentamente dentro do vetor com temperaturas abaixo de 18°C, o que significa um menor desenvolvimento do vírus e uma menor longevidade do mosquito. Em relação a alimentação do mosquito adulto, tanto machos quanto fêmeas se alimentam de néctar e sucos vegetais, com a fêmea necessitando do consumo de sangue após ocorrer a cópula e sendo esta a responsável pela transmissão da dengue quando infectada, ocorrendo o ciclo de pessoa infectada - *Aedes aegypti*

- pessoa sadia (Secretaria de Saúde do Estado de São Paulo, 2002)

Nas últimas décadas, a dengue se tornou a doença viral, transmitida por mosquitos, mais comum no mundo, tornando-se um importante problema de saúde pública mundial e apresentando uma rápida expansão em novos países. Sendo endêmica de regiões tropicais como o Sudeste Asiático, Sul do Pacífico, África Oriental, Caribe e América Latina (*WORLD HEALTH ORGANIZATION*, 2006; SANTOS, 2012), Sutherst (2004) e Santos (2012) apontaram que as projeções de aumento de temperatura e de intensidade de chuvas em certas regiões do planeta podem estender a faixa de endemicidade da doença.

Os primeiros registros da dengue ou de doenças com os mesmos sintomas de dengue, teriam ocorrido na literatura brasileira a partir do século XIX, com casos semelhantes sendo registrados em séculos anteriores mas sem confirmação literária, sendo que muitos destes casos eram atribuídos a casos de febre amarela (Fontoura, 2014). Segundo Catão (2011):

[...] amplo aspecto clínico do dengue, facilmente confundido com outras 'viroses' ou 'febres' tão comuns nessa época, essa doença pode até ter acometido as cidades do Brasil colonial, mas sem ser identificada como tal. (CATÃO, 2011, p. 45)

Os primeiros casos registrados de dengue no Brasil datam de 1846, ocorrendo nas cidades de São Paulo, Rio de Janeiro, Salvador, entre outras. No estado de São Paulo, ocorreram registros de uma epidemia durante os anos de 1851 e 1853 e também em 1916,

conhecida pelo nome “urucubaca” (CORDEIRO, 2008). Nos anos seguintes, os registros da dengue chegam ao estado do Rio Grande do Sul, na cidade de Santa Maria (CATÃO, 2011). Em 1923, foi feito o primeiro relato com confirmação clínica na cidade de Niterói, estado do Rio de Janeiro, pelo médico Antônio Pedro (CATÃO, 2011; CORDEIRO, 2008; VASCONCELOS, 1999; TAUILL, 2001).

Segundo Catão (2011), os relatos do médico Antônio Pedro seriam os últimos registros oficiais de dengue no Brasil por quase 60 anos, até sua reemergência a partir de 1981-1982, sendo um dos principais motivos para a interrupção de novos casos a suposta erradicação do *Aedes aegypti* no Brasil e em muitos países da América Latina, sendo resultado de 50 anos de combate ao vetor que possuía como o foco principal o combate à febre amarela urbana.

Porém, Siqueira Jr. *et al.* (2005) e Cordeiro (2008) apontaram que o rápido crescimento urbano aliado à falta de manutenção do programa de combate à febre amarela facilitaram a reintrodução do vetor em áreas urbanas de vários estados a partir de 1976. Esta nova e definitiva re-infestação do vetor *Aedes Aegypti* teria atingido a cidade de Salvador - Bahia, sendo identificado posteriormente no Rio de Janeiro (1977) e nos anos seguintes em capitais e grandes cidades nordestinas. Gubler (1997), Fontoura (2014) e Escobar *et al.* (2019) também apontaram o período do Pós-Segunda Guerra como um dos motivos para o ressurgimento de epidemias relacionadas ao *Aegypti*, como a aceleração da produção industrial, o aumento da produção de materiais descartáveis, não degradáveis e sem descarte correto, a falta de saneamento básico e o aumento da população urbana. Além disso, Gubler (1997) aponta distúrbios ambientais em regiões do Sudeste Asiático que aumentaram a incidência de doenças transmitidas por mosquitos, ocasionando grandes epidemias na região durante as décadas de 1950 e 1970, e nas Américas durante as décadas de 1970 a 1980, e posteriormente dando a dengue um caráter de epidemia global, apontando como alguns dos possíveis fatores para a ressurgência da dengue como problema de saúde público global o rápido aumento populacional associado à deterioração dos serviços de água e saneamento, enquanto Escobar *et al.* (2019) também apresentou a escassez de água para consumo, mudanças climáticas, migrações de populações de áreas endêmicas para regiões não endêmicas, a persistência de atividade epidêmica em regiões de interior e em regiões limítrofes, a globalização (aumento de transporte de passageiros e mercadorias em viagens internacionais), e o abandono de programas de combate aos vetores e uma falta de participação

da população que delega apenas o combate apenas aos setores de saúde como uma combinação de fatores determinantes para a emergência e reemergência da dengue.

No início da década de 1980, “algumas cidades fronteiriças com o Paraguai foram infestadas, como Foz do Iguaçu – PR e Ponta Porã – MS.”. (CATÃO, 2011, p. 53). As primeiras cidades a notificar casos de dengue foram Boa Vista em 1981, e Rio de Janeiro e Fortaleza em 1986, com o *Aedes aegypti* se espalhando pelo território nacional a partir destas cidades já infestadas. Na epidemia de Boa Vista em 1981-1982, foram isolados dois sorotipos: o DEN-1 e o DEN-4. (CATÃO, 2011) Entre 1978 a 1984, foi registrada a presença do vetor em quase todos os Estados brasileiros, com exceção da região amazônica e do extremo sul do país (BRASIL, 2001). Em 1986, ocorreu a re-introdução do DEN-1 no país, a partir do Estado do Rio de Janeiro (SCHATZMAYR; NOGUEIRA; ROSA, 1986).

Esta reintrodução, aliada às dificuldades em se combater o vetor, resultou em uma rápida dispersão na ocorrência de epidemias em diversos estados do Brasil. (CORDEIRO, 2008). No ano de 1990, ocorreu a introdução do DEN-2 no Estado do Rio de Janeiro, com o novo tipo de vírus sendo isolado a partir de um paciente oriundo da cidade de Niterói, ocorrendo também os primeiros casos da febre hemorrágica da dengue, associados à infecção secundária ou sequencial (NOGUEIRA et al., 1990; 1991; CORDEIRO, 2008). Nos anos seguintes, o DEN-1 e DEN-2 estiveram presentes na maior parte do país, causando graves epidemias (VASCONCELOS et al., 1995; ROSA et al., 2000; SIQUEIRA Jr. et al., 2005; CORDEIRO, 2008). Em 2000, ocorreu a introdução do vírus DEN-3, ocorrendo novamente no estado do Rio de Janeiro (NOGUEIRA et al., 2001), provocando epidemias de grande magnitude no Rio de Janeiro e em outros estados brasileiros no ano de 2002, sendo notificados 776.000 casos em todo o país (SIQUEIRA JR. et al., 2005; CORDEIRO, 2008). O DEN-4, após sua primeira aparição em Boa Vista, no ano de 1981, volta a reaparecer na mesma cidade, em 2010 (CATÃO, 2011).

Após a reintrodução do vetor e de notificações de casos de dengue no Brasil durante a década de 1980, o estado de São Paulo registrou os primeiros casos da doença no ano de 1986, com estes registros ocorrendo em cidades de médio e pequeno porte do interior do estado, com as primeiras epidemias ocorrendo nas cidades de Guararapes (30 casos notificados) e Araçatuba (16 casos notificados) (PONTES; RUFFINO-NETTO, 1994), diferenciando São Paulo de outros estados como Pernambuco, Alagoas, Ceará e Rio de Janeiro, onde as

notificações ocorreram nas capitais e em outros municípios do interior (CATÃO, 2011). Nos últimos meses de 1990 e primeiros meses de 1991, ocorreu o primeiro registro de uma epidemia grave no Estado de São Paulo, tendo início no município de Ribeirão Preto - SP e atingindo outros 59 municípios do interior paulista (ROCCO *et al.*, 1998)

Em uma análise do histórico da dengue e de suas características, e a partir da pesquisa bibliográfica de pesquisas sobre a doença por parte de outros autores, foi possível observar regiões mais suscetíveis à dengue devido às características climáticas. Em grande parte do território nacional, as condições climáticas como temperatura, precipitação pluviométrica, umidade relativa e o ciclo hidrológico (SILVA; MARIANO; SCOPEL, 2007) favorecem a infestação e proliferação do vetor, junto da migração de epidemias da dengue entre os estados brasileiros. Gubler (1997) também apontou a rápida urbanização, a alta densidade demográfica e as condições climáticas como sendo condições favoráveis para a proliferação do vetor, e conseqüentemente, de epidemias como a dengue, sendo estas características a realidade de muitos centros urbanos do Brasil. Além destes fatores, Catão (2011) apresentou a proximidade das fronteiras brasileiras como um fator que torna estados e cidades suscetíveis à instalação de vetores, como é o caso apontado anteriormente das cidades de Ponta Porã – MS e Foz do Iguaçu – PR, localizados na fronteira com o Paraguai. O mesmo autor cita outro fator de risco, sendo neste caso a presença do *Aedes aegypti* em viagens e rotas de transportes internacionais.

### **3.2 Diferentes estudos sobre a dengue no Brasil**

Com a reintrodução do *Aedes aegypti* no Brasil em 1976, após um período de aproximadamente sessenta anos de controle do vetor e o aumento gradual de notificações de dengue, principalmente a partir da década de 1980 e 1990, a doença voltou a ser alvo de diversas áreas de estudo que buscavam analisar e auxiliar no combate ao mosquito transmissor. Dentre as áreas de pesquisa, a Geografia proporcionou ferramentas e técnicas que foram utilizadas por diversos geógrafos, criando-se um vasto número de linhas de pesquisa e metodologias para o estudo da dengue e seus impactos. Entre os diferentes trabalhos ao longo dos anos, apresenta-se a seguir alguns exemplos que demonstram parte da evolução do estudo da dengue dentro da ciência geográfica, observando-se a importância de se conhecer diferentes

trabalhos sobre o mesmo tema e com alguns desses servindo como inspiração direta para a presente pesquisa.

Silva, Mariano e Scopel (2007) buscaram compreender as relações da pluviosidade com a distribuição espacial da dengue na cidade de Jataí – GO, durante o período entre 2004 a 2005, ocorrendo nesse último ano a manifestação da dengue de forma epidêmica na área urbana do município. Para identificar as condições climáticas do período estudado, foram utilizados dados de temperatura provenientes do “Projeto Clima Urbano de Jataí”, com uma rede de mini estações digitais instaladas em 13 pontos da cidade, além de dados de chuva provenientes de 10 postos pluviométricos sob coordenação do Laboratório de Climatologia (CAJ/UFG) e dados da precipitação pluviométrica da estação meteorológica de Jataí, pertencente ao 10º Distrito Meteorológico de Goiás e Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Os dados de casos de dengue da cidade foram fornecidos pela Coordenação de Vigilância Epidemiológica da Secretaria Municipal de Saúde de Jataí, com dados de clima e dengue sendo trabalhados utilizando a planilha eletrônica do *Excel*, editor de planilhas desenvolvido pela empresa *Microsoft*.

Os resultados apontaram que o índice de casos de dengue confirmado seguiu um padrão sazonal, com ocorrência no período de verão, outono e inverno. Em 2004, foram notificados 34 casos de dengue, sendo que seis foram confirmados, ocorrendo nos meses de janeiro (1), abril (2) e julho (2) e agosto (1), totalizando 6 casos em 2004, não ocorrendo casos nos outros meses do ano. Já no ano de 2005, foram registrados 431 casos de dengue, dos quais 289 foram confirmados. O registro de casos ocorreu entre os meses de janeiro a agosto, sendo os meses de maio e junho os que apresentaram o maior número, com 263 (91%). Maio registrou a maior frequência de casos de dengue, com 92 (32%). Em 2004, o maior índice da doença ocorreu no setor Centro, com a concentração de 33% dos casos, seguidos pelas localidades: Vila Palmeiras e Bela Vista. Todos os casos registrados foram autóctones<sup>2</sup>, não havendo presença de casos importados. No ano seguinte, a dengue atinge 42 dos 78 bairros que compõem a malha urbana de Jataí, sendo o bairro de maior ocorrência a Vila Fátima, com 63 casos

---

<sup>2</sup> Segundo o Observatório de Boa Vista, casos autóctones indicam que a doença foi adquirida na zona de residência do enfermo, como um bairro, cidade e região.

Disponível em: <https://observatorio.prefeitura.boavista.br/indicadores/numero-de-casos-autoctones-de-malaria?filters=138,1400100,229>; Acessado em 25 de out. 2022

confirmados, seguido pelo Centro, com 59 casos e Vila Santa Maria com 33 casos confirmados.

Aleixo (2012) apresentou em seu estudo a relação dos impactos do clima urbano na saúde da população, analisando doenças relacionadas ao clima e tendo como área de estudo o município de Ribeirão Preto - SP, no interior do estado de São Paulo. Nesse trabalho, a dengue é uma das abordadas pela pesquisadora, que busca analisar os elementos sazonais da doença e como os elementos climáticos como precipitação, temperatura e umidade influenciam na proliferação do vetor *Aedes aegypti*, e por conseguinte, no número de casos da enfermidade.

Para analisar o clima da cidade de Ribeirão Preto, foram utilizados dados do Instituto Agrônomo de Campinas, no período de 1978-2008. Aleixo (2012) observou que as maiores totais pluviais na cidade ocorreram no período entre outubro a março, acompanhado também das maiores temperaturas médias. Outros pontos observados pela autora foram o aumento gradativo das temperaturas médias e a diminuição dos dias frios com menos de 15° C, assim como uma precipitação pluvial que apresentou pouca variação no município, existindo, porém, episódios de curta duração que podem ser violentos, como fortes chuvas diárias e ondas de calor ou de frio.

Esses dados climáticos, junto aos dados de dengue obtidos junto ao Ministério da Saúde, foram utilizados para uma análise episódica que buscou comprovar quais as condições termopluiométricas favorecem o ambiente de maturação e proliferação do vetor *Aedes aegypti*. É ressaltado, porém, que não são apenas as condições climáticas favoráveis as responsáveis por surtos e epidemias, mas também “a formação de criadouros com água parada na área urbana.” (ALEIXO, 2012, p.154).

Entre os anos de 1998-2008, os meses com os maiores números de casos de dengue registrados no município foram março, abril e maio, sendo abril o mês com o maior valor total de casos. Outono foi a estação com o maior número de notificações, seguido pelo verão, primavera e por último inverno. Aleixo (2012) observou que o maior número de casos nos meses de março a maio, que são posteriores aos meses com maior precipitação, apontaram uma defasagem entre o período chuvoso e de altas temperaturas com o período onde ocorrem as infecções e o surgimento dos sintomas na população, demonstrando também que em todos os anos houve predomínio de casos em pessoas do gênero feminino, devido ao hábito alimentar da fêmea do vetor e a maior presença de mulheres cujas atividades estão no lar.

A partir dos dados coletados, observou-se que uma precipitação pluvial bem distribuída contribui para a formação de criadouros em um período de defasagem entre um a dois meses antes da ocorrência dos casos. As temperaturas mínimas apresentaram influência significativa sem defasagem e uma menor influência com uma defasagem de dois meses, enquanto as temperaturas máximas não apresentaram associação significativa com os casos sem a defasagem. A umidade relativa do ar apresentou influência no período sem defasagem, e nenhuma associação com a defasagem de dois meses, o que indica importância da umidade para o período de desenvolvimento e maturação do vetor, assim como na alimentação onde ocorrem os casos da doença. Como conclusão, Aleixo (2012) apontou que o tempo e a sazonalidade da doença no período de dezembro, janeiro e fevereiro devem ser monitorados, pois os índices climáticos desse período e a falta de cuidados nos meses posteriores podem refletir em alta incidência da doença e maior demanda dos serviços de saúde.

O Sistema de Informação Geográfica (SIG) foi utilizado por Junior *et al.* (2013), para analisar a dengue na cidade de Mossoró – RN, devido ao caráter epidêmico da doença no município que é o segundo maior e mais populoso do Estado do Rio Grande do Norte. O objetivo principal da pesquisa foi determinar “a localização espacial dos novos casos de dengue, diagnosticados no período entre 2001 e 2007, na zona urbana do município de Mossoró”. (JUNIOR *et al.*, 2013, p. 605). Como fonte de dados, foi utilizada a planta cadastral da cidade, junto ao banco de dados do Sistema Nacional de Agravos e Notificação (SINAN) e das fichas de notificação da Gerência de Saúde do Município, sendo incluídos no estudo indivíduos que residem em domicílios da zona urbana do município de Mossoró e representaram a maior parte dos casos diagnosticados de dengue entre 2001 e 2007.

A partir dos dados coletados, Junior *et al.* (2013) confirmam entre os anos 2001 a 2007, aproximadamente 1.212 novos casos de dengue em residentes do município, sendo 867 dos pacientes (71,5%) residentes na zona urbana de Mossoró. Do total de casos, foram localizados e georreferenciados 743 endereços (85,6%), demonstrando algumas dificuldades devido à falta de informações nas fichas de notificação. Após sobreposição dos casos notificados entre 2001 a 2007, foi possível perceber uma nova distribuição da dengue na cidade estudada, destacando-se também bairros mais periféricos. O uso do SIG forneceu informações que não poderiam ser observadas apenas com o trabalho de dados tabulares.

Fontoura (2014), apresentou um estudo sobre a cidade de Ubatuba – SP, com o intuito

de discutir a saúde através da óptica geográfica. A autora também buscou entender como o espaço estudado produziu condições para o desenvolvimento e disseminação da dengue no município de Ubatuba-SP, utilizando o recorte temporal abrangendo os anos 2009 a 2013 para relacionar a incidência e aumento da dengue com os aspectos meteorológicos, principalmente a partir de dados pluviométricos.

Para alcançar os objetivos, foram utilizados os dados coletados junto ao Centro de Vigilância Epidemiológica “Professor Alexandre Vranjac” do Estado de São Paulo, que contém dados de ocorrência da Dengue em cada município do estado, separando os casos autóctones dos dados migrados. Foi realizado também um levantamento bibliográfico em sites governamentais, em busca de conhecer os programas realizados pelo governo com a finalidade de combater e erradicar a dengue do território nacional, junto a uma pesquisa por teses, monografias e artigos publicados por geógrafos e pesquisadores de outras linhas de estudo, sendo o objetivo entender melhor o processo da doença no município.

A partir dos gráficos de casos de dengue e dos gráficos de precipitação, percebeu-se que existiu um aumento de casos de dengue em Ubatuba durante os períodos de maior ocorrência de chuva. Nesses meses com alta incidência pluviométrica, os criadouros dos vetores são abastecidos pela grande quantidade de chuva e de lixo descartado incorretamente, com a situação sendo agravada pela vinda de moradores de outras cidades que acabam por trazer o vírus da dengue para Ubatuba. O aumento de população devido ao turismo e a concentração de pessoas em um só local formam condições propícias para uma transmissão endêmica da doença<sup>3</sup>.

Fontoura (2014) concluiu que as altas taxas pluviométricas, aliadas às altas temperaturas nos meses de verão que tornam o ciclo do *Aedes Aegypti* mais curto, favorecem a proliferação do vetor na cidade, e que, apesar de mutirões realizados pela prefeitura junto à população, as condições climáticas aliadas à falta de saneamento, o aumento populacional e o descarte incorreto de lixo nos períodos chuvosos e quente tornam a erradicação da doença uma difícil tarefa.

---

<sup>3</sup> Transmissão endêmica refere-se a doenças recorrentes em uma determinada região, sem apresentar aumentos significativos no número de casos.

#### **4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS E MATERIAIS DE PESQUISA**

Para alcançar o objetivo de analisar a relação dos casos de dengue em Pereira Barreto com os elementos climáticos de precipitação e temperatura do ar, foram utilizados dados de casos de dengue ocorridos no município em um recorte temporal de 2015 a 2021, junto aos registros de acumulado de chuvas e dados de temperatura durante o mesmo intervalo de tempo. Artigos e dissertações foram utilizados como apoio teórico e metodológico para a utilização e organização dos dados na pesquisa.

Os números de casos de dengue registrados no município foram obtidos através do site<sup>4</sup> da prefeitura de Pereira Barreto, sendo disponibilizados publicamente pela Vigilância Epidemiológica local. Os dados de chuva, temperaturas máximas e temperaturas mínimas foram obtidos na plataforma do Canal CLIMA<sup>5</sup> da Universidade Estadual Paulista (Unesp) de Ilha Solteira – SP, na seção de Dados Diários e utilizando-se a Estação Santa Adélia, tendo sua localização na latitude 20° 31' 42"S e longitude 51° 14' 58"W, sendo apresentada na Figura 5.

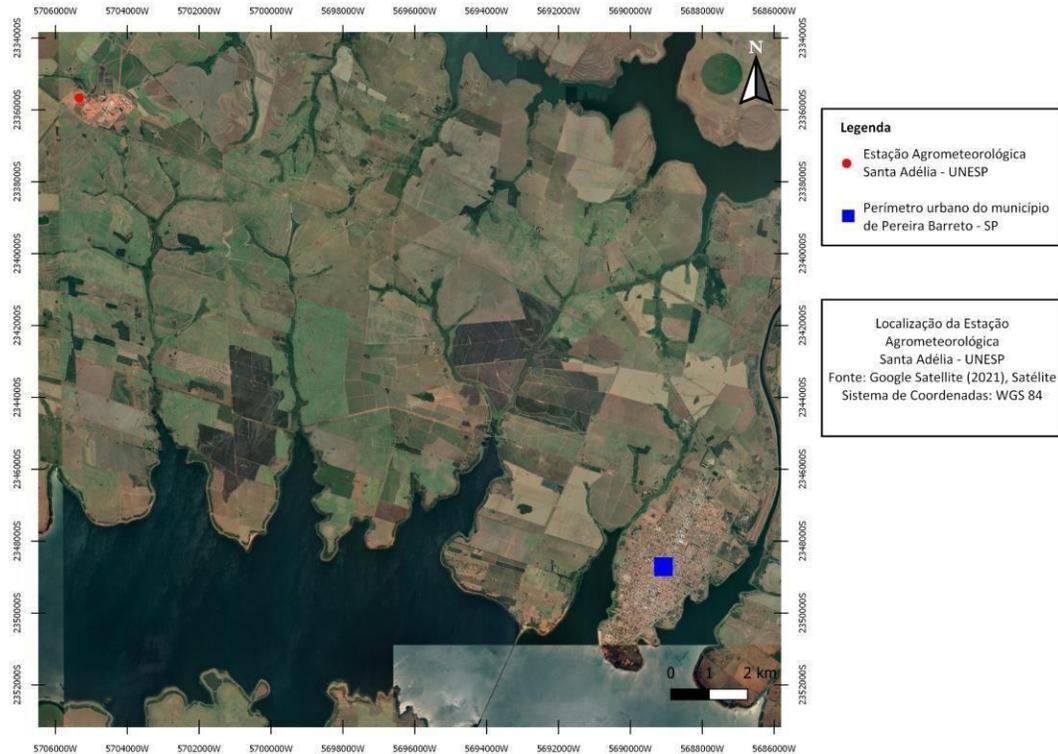
A pesquisa teve início com a análise do comportamento da doença no período de 2015 a 2021, com os dados de dengue da Vigilância Epidemiológica de Pereira Barreto organizados em um primeiro gráfico que buscou demonstrar a dinâmica da doença durante o período estudado, sendo posteriormente elaborado um segundo gráfico com o registro de chuvas no mesmo período para a comparação entre a flutuação dos casos de dengue com o acumulado pluviométrico. Com os dados mensais de casos da doença e de chuva, foram organizados gráficos anuais para analisar a relação entre os dois dados no decorrer do ano, com o objetivo de se observar o aumento dos números de dengue em relação aos períodos de maiores acumulados pluviométricos.

---

<sup>4</sup> <https://dengue.pereirabarreto.sp.gov.br/numero-de-casos>, acessado em 23 de ago. 2021

<sup>5</sup> <http://clima.feis.unesp.br/>, acessado em 23 de ago. 2021

Figura 5 – Localização da Estação Meteorológica de Santa Adélia em relação ao perímetro urbano de Pereira Barreto - SP



Fonte: Google Satellite,  
2021 Elaboração: Machida  
(2021)

Para o cálculo de anos-padrão, que tem como objetivo separar que apresentem características semelhantes em relação a uma determinada variável climática, foram utilizados os dados de precipitação do Canal Clima - UNESP entre os anos de 1992 a 2021, com dados dos anos de 1992 a 2011 sendo retirados da estação agrometeorológica de Ilha Solteira devido à falta de dados da estação agrometeorológica de Santa Adélia anteriores ao ano de 2011, e sendo utilizados como base metodológica os artigos de Silvestre *et al* (2013) e Schneider e Silva (2014). Os cálculos de percentis e quartis foram realizados no *software* Excel, com o uso da técnica de quantis, no qual os percentis possuem os valores calculados como  $Q1 = P25$ ,  $Q2 = P50$  e  $Q3 = P75$ .

Posteriormente, com a finalidade de aprofundar a análise da relação entre elementos climáticos e a doença, foram utilizados o Coeficiente de Correlação (R) e o Coeficiente de Determinação ( $r^2$ ), utilizando-se de alguns procedimentos metodológicos da tese de doutorado de Aleixo (2012), a qual trabalhou com doenças hídricas e respiratórias no município de

Ribeirão Preto, interior de São Paulo.

Os cálculos estatísticos utilizados foram o Coeficiente de Correlação Linear de Pearson, representado pela grafia R e sendo a “[..]verificação do grau de relação entre duas variáveis (x e y), ligadas por uma relação estatística” (ALMEIDA, STEINKE, 2016, p.154). Neste caso, a variável x representa a precipitação pluviométrica, enquanto a variável y representa o número de casos de dengue. O resultado da correlação varia sempre entre +1 e -1, indicando correlação positiva ou negativa e a intensidade da correlação. Já o Coeficiente de Determinação, representado pela grafia  $r^2$ , indica o grau de explicação de uma variável sobre a outra, sendo no caso desta pesquisa a correlação entre os elementos do clima e o número de casos de dengue.

Os dados de precipitação, temperaturas máximas e mínimas, e os números de casos de dengue foram rearranjados a partir dos anos hidrológicos de 2015/2016 a 2020/2021, os quais são iniciados no mês de agosto de um determinado ano e terminam no mês de julho do ano seguinte. Os cálculos de correlação e de determinante foram realizados no *software* Excel® (marca registrada *Microsoft*), com os resultados das determinantes sendo apresentados por meios de gráficos para ilustrar tendências de aumento ou queda e os resultados obtidos sendo classificados de fraco a fortíssimo, utilizando-se a classificação de Oliveira (2005) como referência (Quadro 1).

Quadro 1 - Classificação dos valores das correlações

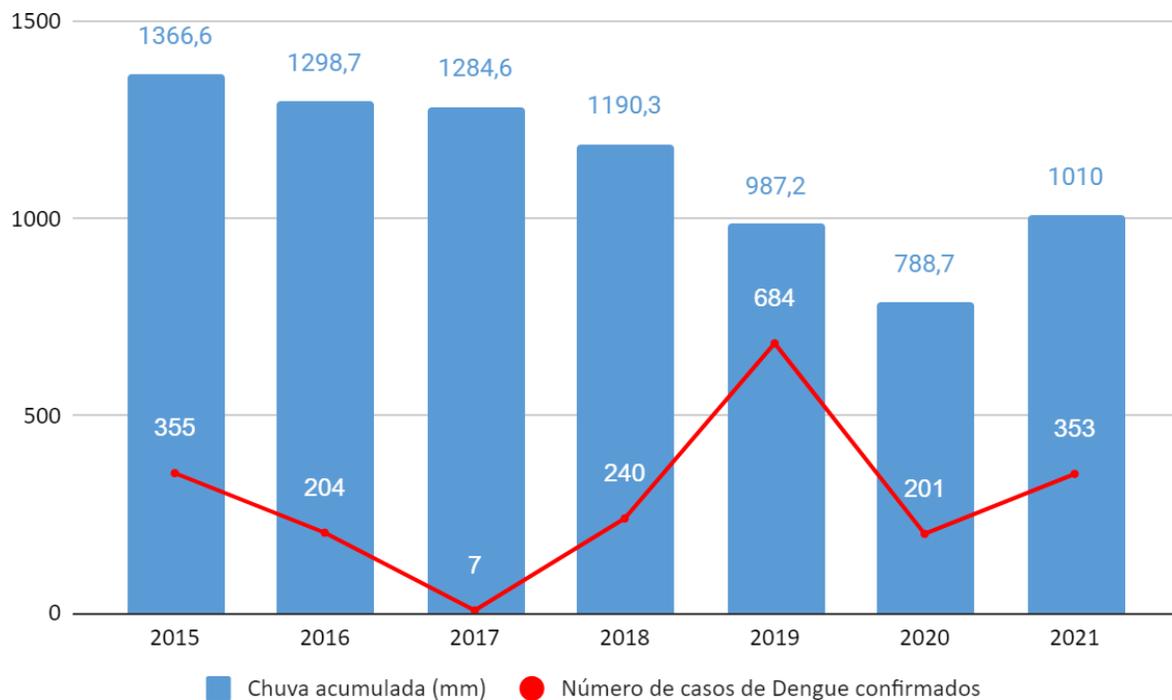
R	$r^2$	Classificação
0	0	Nula
0,00   0,30	0,00   0,09	Fraca
0,30   0,60	0,09   0,36	Média
0,60   0,90	0,36   0,81	Forte
0,90   0,99	0,81   0,99	Fortíssima
1	1	Perfeita

Fonte: Cavalcante (2003)

## 5. CASOS DE DENGUE E ACUMULADO PLUVIOMÉTRICO ENTRE OS ANOS DE 2015 A 2021

Durante o recorte temporal analisado, a dinâmica de casos confirmados de dengue no município de Pereira Barreto – SP apresentou queda entre os anos de 2015 a 2017, ano em que foram registrados os menores números durante o período analisado, seguido por aumento a partir de 2018 e 2019, retomando a dinâmica de queda em 2020 e um novo aumento durante os meses com dados disponíveis de 2021 (Gráfico 1). O acumulado de chuva no mesmo período apresentou queda de 2015 a 2020, com uma maior diminuição ocorrendo no ano de 2019 (Gráfico 2).

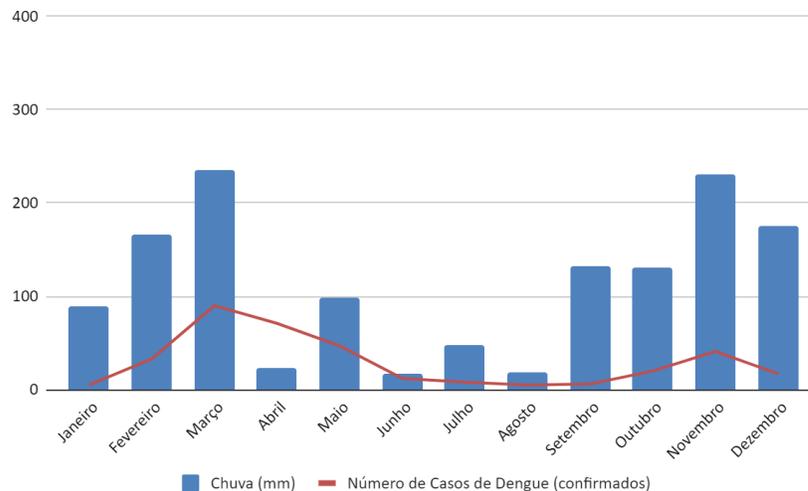
Gráfico 1 - Casos de dengue em Pereira Barreto - SP (2015 a 2021)



Fonte: Secretaria de Saúde e Vigilância Epidemiológica de Pereira Barreto (2021) Org. Machida (2021)

Em 2015, ano em que ocorreu a maior crise de dengue registrada no Brasil desde o início da série histórica com um total de 1.688.688 casos prováveis entre as Semanas Epidemiológicas (SE) 1-52, e com o estado de São Paulo responsável por cerca de 44,15% do total de casos registrados (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2018), o município de Pereira Barreto - SP registrou 355 casos confirmados de dengue, os quais acompanharam os meses de maior precipitação. Apesar do baixo índice de precipitação no mês de abril, o acumulado do mês de março, possivelmente, influenciou o número de casos até a queda durante os meses de inverno, com novo aumento a partir de setembro até novembro e os maiores registros de casos acompanhando os meses de maior precipitação (Gráfico 2). Os últimos meses do ano apresentaram dias com elevados acumulados de chuva acima de 40mm, sendo destaque o dia 31 de outubro com 77.2mm de chuva em um único dia.

Gráfico 2 - Casos de dengue x Acumulado de chuva (mm) - 2015

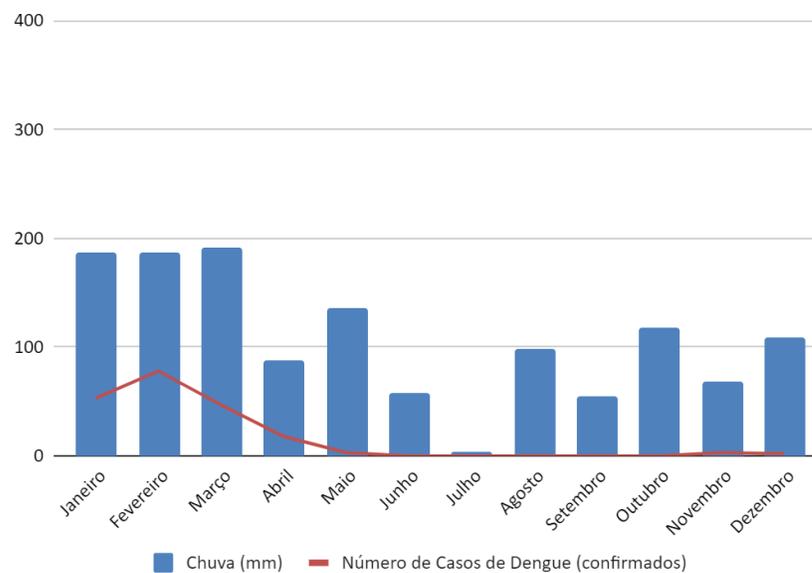


Fonte: Vigilância Epidemiológica, 2021; FEIS/CLIMA - UNESP, 2021

O primeiro trimestre de 2016 apresentou chuvas bem distribuídas, com o número de casos mantendo um nível semelhante aos primeiros meses do ano anterior, com maior redução ocorrendo a partir do mês de abril. A partir do mês de março, o número de casos teve uma queda até chegar ao ponto mais baixo durante o período de inverno, acompanhando a diminuição do volume de chuvas. Porém, os registros permaneceram baixos ou nulos nos

meses posteriores, acompanhando também um baixo volume de chuva durante os meses de primavera que marcam o início do período chuvoso mas, ao longo do período estudado, exibiu precipitação não regular, destacando-se os meses de setembro e novembro (Gráfico 3). Neste mesmo ano, houveram registros de Chikungunya e principalmente um aumento de casos de Zika no estado de São Paulo que poderiam competir com a dengue por possuírem o mesmo vetor, porém, segundos dados da Secretaria de Estado da Saúde do governo paulista, não foram registrados casos confirmados das duas doenças no município de Pereira Barreto e em municípios próximos dentro da região de Araçatuba.

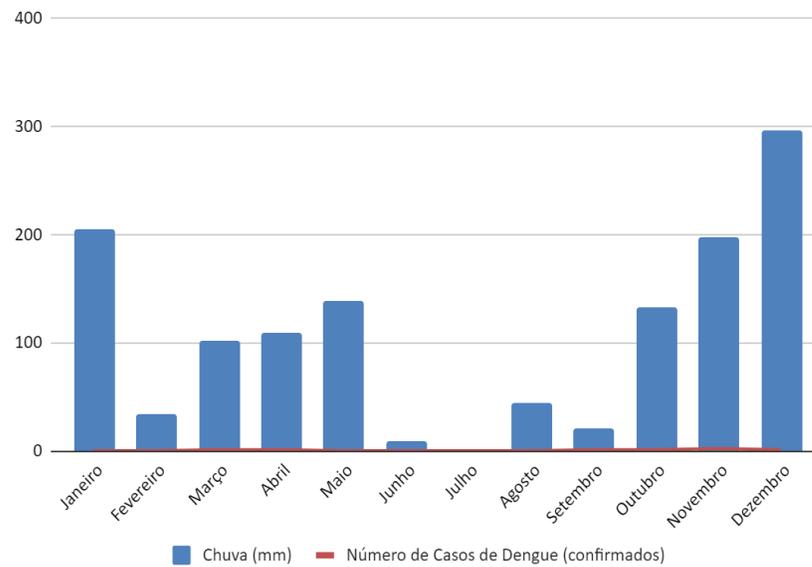
Gráfico 3 - Casos de dengue x Acumulado de chuva (mm) - 2016



Fonte: Vigilância Epidemiológica, 2021; FEIS/CLIMA - UNESP, 2021 Org. Machida (2021)

Os registros da doença durante o ano de 2017, acompanham a mesma tendência do segundo semestre de 2016, ao apresentar número de casos baixos ou nulos mesmo durante os meses de precipitação alta, com o maior registro sendo o de dois casos de dengue no mês de novembro (Gráfico 4). Dentro do acumulado de chuva, destaca-se o mês de fevereiro por apresentar baixa precipitação para o começo do ano, sendo estes um dos menores valores registrados para o mês durante o período analisado.

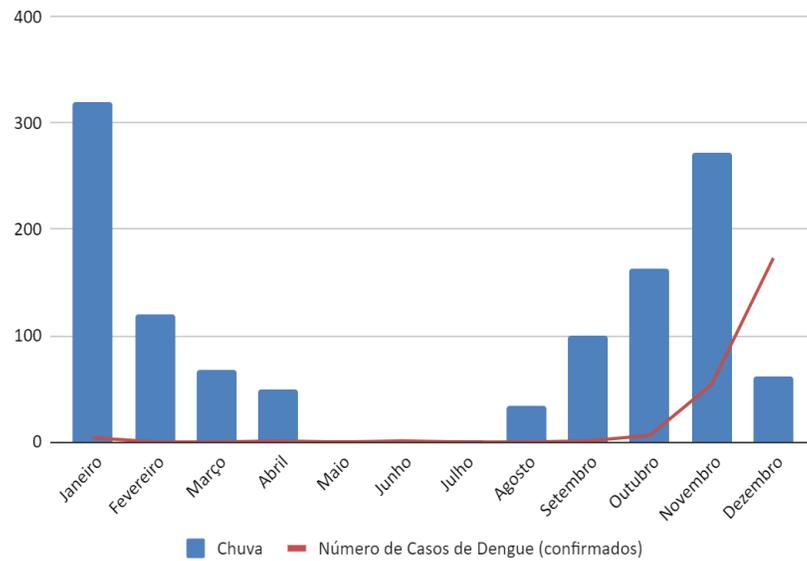
Gráfico 4 - Casos de dengue x Acumulado de chuva (mm) - 2017



Fonte: Vigilância Epidemiológica, 2021; FEIS/CLIMA - UNESP, 2021 Org. Machida (2021)

Seguindo a tendência do segundo semestre de 2016 e do ano de 2017, os primeiros nove meses de 2018 registraram pouco ou nenhum caso de dengue, mesmo com a alta precipitação em dezembro de 2017 e em janeiro de 2018, sendo este o mês com o maior acumulado de chuva registrado. Esta tendência é interrompida a partir do mês de novembro, com o aumento do registro de casos que se torna ainda mais acentuada no mês de dezembro, o qual sofreu influência da precipitação do mês anterior para os casos de dengue em um caso de defasagem entre a precipitação e o número de casos (Gráfico.5)

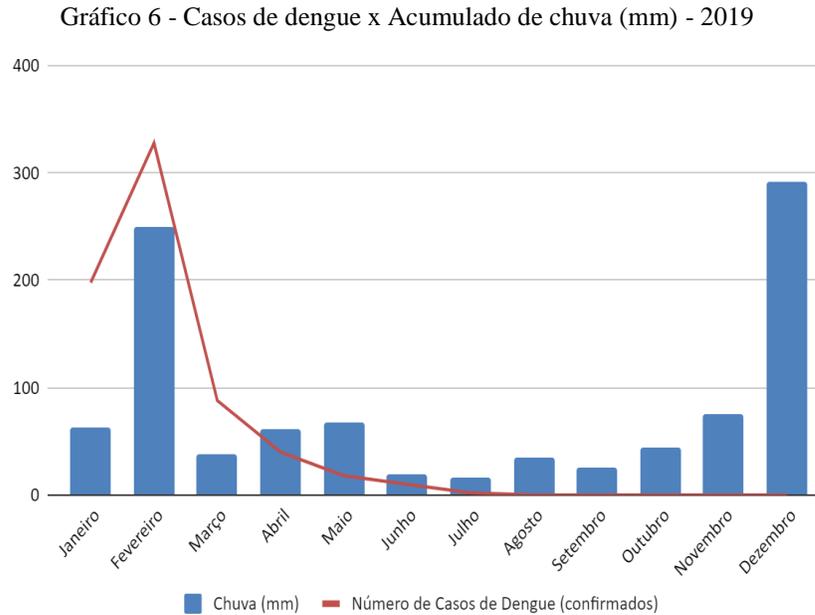
Gráfico 5 - Casos de dengue x Acumulado de chuva (mm) - 2018



Fonte: Vigilância Epidemiológica, 2021; FEIS/CLIMA - UNESP, 2021 Org. Machida (2021)

Os primeiros dois meses de 2019 mantiveram a mesma tendência de aumento do número de casos de dengue apresentados no final de 2018, alcançando o ponto mais alto no mês de fevereiro com o registro de 328 casos, sendo este o mês com o maior registro de casos em todo o período analisado. Os casos da doença apresentaram queda a partir do mês de março, aparentemente acompanhando a diminuição da precipitação dos meses posteriores, destacando-se março com um dos menores acumulados de chuva para o mês, assim como a baixa precipitação nos meses de setembro a novembro, que apresentaram valores semelhantes aos meses de inverno (Gráfico.6). O mês de janeiro também teve pouco acúmulo de chuva, mas os registros de dengue possivelmente tiveram influência das chuvas e da tendência de alta da doença em dezembro de 2018. No Brasil, o ano de 2019 foi marcado pelo segundo maior registro de casos prováveis da doença em toda a série histórica, com um total de 1.544.987 notificações entre as SE 1-52, sendo superado apenas pelos registros do ano de 2015. A queda do número de casos a partir de março podem ser reflexo não apenas do baixo acumulado de chuva, mas também da intensificação do combate ao vetor por parte dos órgãos públicos, que intensificaram visitas a domicílio e outros meios de combate, como a aplicação de veneno por

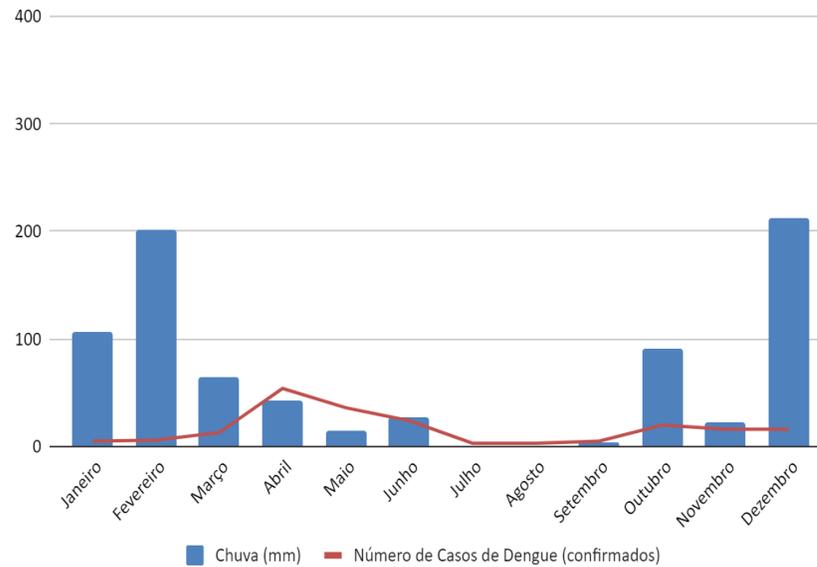
meio de “carros de fumaça”, entre outras medidas adotadas durante a crise ocorrida nos últimos meses de 2018 e primeiros meses de 2019.



Fonte: Vigilância Epidemiológica, 2021; FEIS/CLIMA - UNESP, 2021 Org. Machida (2021)

O ano de 2020 teve como destaque o menor acumulado de chuva durante o período estudado (788,8mm), sendo a precipitação deste ano pouco acima da metade do valor registrado em 2015, com destaque para os meses de setembro e novembro que apresentaram os menores acúmulos de chuva, semelhantes aos meses mais secos de inverno. Apesar da baixa precipitação em boa parte do ano, houveram números consideráveis de casos nos meses de outono e início de inverno, o que pode indicar outro elemento do clima ou fator externo que tenha tido influência no número de casos de dengue (Gráfico.7). Outro ponto que deve ser observado são os impactos causados pela pandemia da Covid-19 em Pereira Barreto durante o ano de 2020, como o fechamento de todo o comércio não essencial no município a partir de março, e outras medidas que buscaram diminuir aglomerações e combater o coronavírus. Somado às medidas de combate ao vírus, os meses de maiores restrições também dificultaram as ações de combate ao vetor, como no caso de visitas à domicílio, além do impacto no sistema de saúde provocado por casos de Covid-19.

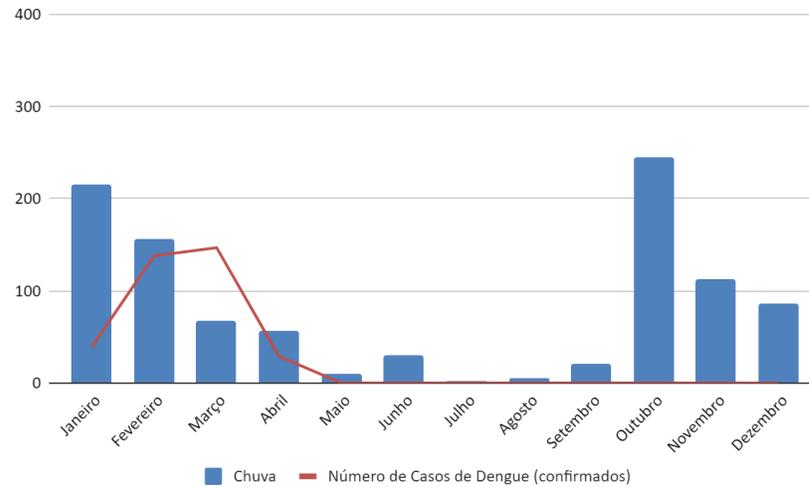
Gráfico 7 - Casos de dengue x Acumulado de chuva (mm) - 2020



Fonte: Vigilância Epidemiológica, 2021; FEIS/CLIMA - UNESP, 2021 Org. Machida (2021)

O ano de 2021 apresentou alta no número de casos de dengue, com registros que novamente foram concentrados principalmente nos primeiros meses, possivelmente influenciados pelo acumulado de chuva em dezembro do ano anterior e nos dois primeiros meses, com os maiores registros ocorrendo no mês de março antes de ocorrer uma queda de notificações a partir de abril, acompanhando novamente a queda na precipitação no período de outono e inverno, sendo que os meses chuvosos de outubro a dezembro não registraram casos confirmados da doença mesmo com as altas precipitações (Gráfico.8). Os primeiros meses de 2021, em especial a partir do mês de março, foram marcados também por uma nova piora nos números de casos de Covid-19.

Gráfico 8 - Casos de dengue x Acumulado de chuva (mm) - 2021



Fonte: Vigilância Epidemiológica, 2021; FEIS/CLIMA - UNESP, 2021 Org. Machida (2021)

Entre os anos de 2015 a 2021, foi possível observar que os registros de casos de dengue foram concentrados nos meses com maiores acumulados de chuva ou nos dois meses posteriores, sendo o primeiro trimestre o período com as maiores notificações, seguido pelos meses de novembro e dezembro. Apesar dos casos de dengue estarem concentrados nos períodos de maior precipitação, em certas ocasiões, o alto acúmulo de chuva não refletiu sempre em uma alta notificação da doença, sendo 2017 um exemplo de ano com altos índices pluviométricos, mas número de notificações quase nulas.

## 6. O USO DE QUANTIS PARA A ANÁLISE DE ANOS-PADRÃO EM PEREIRA BARRETO

Dentro da ciência Geográfica, em especial dentro da Climatologia Geográfica, está a necessidade do estudo e da análise dos denominados ano-padrão para elementos climáticos como precipitação pluviométrica e temperatura do ar, que possuem o objetivo de “[...] separar anos que apresentem características semelhantes quanto a uma determinada variável, de forma que esses possam ser considerados como um grupo com características semelhantes” (SILVESTRE *et al.*, 2013, p. 24). Para o estudo e o agrupamento de ano-padrão, algumas das técnicas utilizadas são a de quantis e *box plot*, que se diferenciam por utilizarem valores de percentis diferentes (SILVESTRE *et al.*, 2013), e que podem ser utilizadas para a identificação de eventos climáticos extremos e seus impactos sociais, sendo exemplos os estudos de Silveira (2014) e Fante (2011), assim como a identificação de anos padrão secos, chuvosos ou habituais, com exemplo o artigo de Schneider e Silva (2014). A partir da identificação de anos padrão, é possível analisar, por exemplo, se anos com grandes números de notificações de doenças influenciadas por elementos climáticos, como é o caso da dengue, possuem similaridades quanto a períodos chuvosos, secos ou habituais, sendo este o objetivo para o uso da técnica de quantis neste trabalho.

Para o cálculo das percentis, foram utilizados os dados de precipitação da Estação Agrometeorológica de Ilha Solteira e Santa Adélia, ambas da UNESP de Ilha Solteira, para os anos de 1992 a 2021, com o uso da Estação de Ilha Solteira sendo necessária devido a falta de dados meteorológicos da Estação Santa Adélia anteriores ao ano de 2011. Os dados obtidos foram calculados e organizados com o *software* Excel (Quadro 2 e 3), com os percentis sendo calculados como P15, P35, P65 e P85.

Quadro 2 - Anos-padrão em Pereira Barreto entre 1992-2021

<b>Ano</b>	<b>Total</b>	<b>Ano</b>	<b>Total</b>		
<b>1992</b>	1102,9	<b>2007</b>	1308,6		
<b>1993</b>	1109,8	<b>2008</b>	1725,9		
<b>1994</b>	1020,6	<b>2009</b>	1684,6		
<b>1995</b>	1154,5	<b>2010</b>	1244		Muito seco
<b>1996</b>	1406,6	<b>2011</b>	1444,9		Seco
<b>1997</b>	1530,8	<b>2012</b>	1157,7		Normal
<b>1998</b>	1523,9	<b>2013</b>	1124,0		Chuvoso
<b>1999</b>	1101,5	<b>2014</b>	1314,6		Muito Chuvoso
<b>2000</b>	1591,4	<b>2015</b>	1366,6		
<b>2001</b>	1289,7	<b>2016</b>	1299,7		
<b>2002</b>	1029,3	<b>2017</b>	1284,6		
<b>2003</b>	1417,5	<b>2018</b>	1190,3		
<b>2004</b>	1138,5	<b>2019</b>	987,2		
<b>2005</b>	1065	<b>2020</b>	788,7		
<b>2006</b>	1429,3	<b>2021</b>	1010,0		

Fonte: FEIS/CLIMA - UNESP, 2021  
Org.: Machida (2022)

Quadro 3 - Aplicação de modelo quantis para anos-padrão em Pereira Barreto no período de 1992-2021

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maior	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Total
1992	79,5	173,5	117	126,1	85	0	12	28	161	121	116	83,8	1102,9
1993	114,4	130,7	178,8	130,9	49,2	49,2	0	44	72,9	22,9	111,8	205	1109,8
1994	323,7	0	144,4	58	30,7	15,4	12,9	0	1,7	87,5	203	143,3	1020,6
1995	239,8	207,4	140,1	49,8	18,8	41,2	3,7	0	94,9	142,4	69,1	147,3	1154,5
1996	190,1	170,6	159,4	65,4	138,9	18,4	1,3	21,7	110,7	162,4	223	144,7	1406,6
1997	346,4	105,3	169,9	58	47,8	205,4	2,2	0,5	30,3	147,6	294,8	122,6	1530,8
1998	128,3	215,7	214	183,7	84	1,9	3,5	97,5	89,4	153,1	33,4	319,4	1523,9
1999	313	266,8	95,6	40	20	29,7	0	0	53,3	46,8	150	86,3	1101,5
2000	181,1	344,2	335,8	25,1	25,4	4,6	27,2	103,1	138,2	72,6	104,6	229,5	1591,4
2001	204,7	162,3	164,1	79,9	114	19,8	19,3	16,8	50,6	48,8	192,5	216,9	1289,7
2002	196,8	297,4	107,2	0,8	52,6	0	44,2	34,3	80,7	32,5	92	90,8	1029,3
2003	363,3	188	202,5	59,4	54,8	20,9	1,6	22,1	18,3	89,1	82	315,5	1417,5
2004	158,2	138,7	23,1	56,9	138,4	24,1	19,8	0	10,4	174,2	198,6	196,1	1138,5
2005	300,5	2,5	95,8	47,5	71,4	36,1	44,4	3,8	60,9	63,5	142	196,6	1065
2006	198,9	267,2	222,5	28,2	44,2	7,1	10,2	45	46,7	80,8	152,6	325,9	1429,3
2007	540,4	104,9	58,7	28,7	90,4	0	44,2	0	7,6	66,7	167,4	199,6	1308,6
2008	596,1	171,7	277,4	147,8	79	3,8	0	13,7	8,1	104,4	103,4	220,5	1725,9
2009	186,9	244,1	246,6	5,3	27,2	25,4	27,7	92	182,9	210,8	206,3	229,4	1684,6
2010	228,1	173,7	206,5	55,1	24,1	5,1	0	0	93,2	133,1	138,9	186,2	1244
2011	233,1	223,3	283,9	160,5	9,4	50,8	0	10,2	10,4	151,9	177,8	133,6	1444,9
2012	369,1	74,2	39,6	76,7	55,9	156,2	5,6	0	71,4	25,9	80	203,1	1157,7
2013	161,3	144,5	188,2	131,8	25,4	74,4	14	0	134,4	63,5	42,7	143,8	1124
2014	109,2	109,2	303	152,6	60,2	4,8	93,5	2,3	111,5	63,2	205,5	99,6	1314,6
2015	89,9	166,1	235,7	22,9	98	16,8	48,3	18,3	132,1	131,3	231,2	176	1366,6
2016	187,5	186,7	190,8	88,6	135,6	58,4	4,1	98,5	54,6	117,3	68,1	109,5	1299,7
2017	205,2	33,8	102,1	108,5	137,9	8,6	0	43,9	20,1	132,3	196,8	295,4	1284,6
2018	319	119,4	68,3	49,5	1,5	0	1	34	100,3	162,8	272,5	62	1190,3
2019	63,3	249,7	37,6	61,5	68,1	19,8	16,5	34,8	24,9	44,7	74,7	291,6	987,2
2020	105,9	200,9	65	43,2	15	26,4	0,8	0	4,3	91,3	23,1	212,8	788,7
2021	215,5	157	67,3	56,9	9,4	30	2,8	5,3	21,3	245,1	112,8	86,6	1010

Fonte: FEIS/CLIMA - UNESP, 2021  
Org.: Machida (2022)

Durante os anos analisados, os meses normais e chuvosos se concentraram principalmente nos primeiros e últimos meses de cada ano, coincidindo com o final da estação de primavera e boa parte do verão, com janeiro de 2012 sendo o único mês classificado como muito chuvoso. Similarmente, os meses secos concentraram-se principalmente na transição entre verão e outono, enquanto os meses muito secos concentraram-se principalmente durante o inverno na metade do ano, sendo estes resultados coerentes com a classificação climática de Dubreuil *et al.* (2018), o qual classificou a região noroeste do estado de São Paulo, onde está localizado no município de Pereira Barreto, como possuindo Tipo de Clima Anual (TCA) predominantemente Aw, com parte de suas características sendo a concentração de chuvas durante os meses de verão e de estiagem durante os meses de inverno.

Ao analisar os anos com os maiores números de casos, 2015 apresentou uma distribuição de meses normais e chuvosos nos primeiros três meses, que possivelmente contribuíram para o número de casos durante a primeira metade do ano, e durante os últimos meses do ano, observando-se apenas três meses considerados muito seco e um mês considerado como seco, sendo um dos anos com o menor número de meses secos e muito secos, e com o total acumulado de precipitação de 1366,6mm.

O ano de 2019, porém, teve apenas dois meses considerados chuvosos, com apenas um mês chuvoso durante o início do ano onde houve uma concentração do número de casos, possuindo nove meses seguidos classificados como seco e muito seco. Outro ponto a ser observado está no acumulado pluviométrico total que apresentou apenas 987,2mm de chuva, sendo o segundo menor do recorte temporal, acima apenas do ano seguinte de 2020.

No último ano do recorte temporal, os casos de dengue foram concentrados novamente nos primeiros meses de 2021, onde observou-se dois meses chuvosos seguidos por um período de sete meses classificados como secos ou muito secos, com os últimos três meses possuindo um mês chuvoso e dois considerados normais.

No geral, os últimos três anos foram marcados por longos períodos seguidos de meses secos e muito secos, sendo também os três anos de menor precipitação anual, destacando-se 2020 com apenas 788,7mm de chuva. Apesar de poucos meses chuvosos, os anos de 2019 e 2021 concentram um grande número de casos de dengue principalmente nos primeiros meses,

destacando-se o ano de 2019 devido à maior crise registrada da doença, mesmo sendo este o segundo ano mais seco como apontado anteriormente.

Em conjunto com dados do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos - CPTEC e do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, foi possível observar se os anos-padrão de precipitação do município de Pereira Barreto foram semelhantes aos padrões observados na região Centro-Sul do país, sendo analisados em específico os três anos com os maiores números de casos de dengue. Neste caso, foram utilizados dados do infoclima, disponível no site da CPTEC<sup>6</sup>, para a análise do ano de 2015, enquanto os anos de 2019 e 2021 foram analisados a partir de mapas de monitoramento de dados mensais do CPTEC/INPE, disponíveis na seção clima do site INPE<sup>7</sup>.

Durante os meses de dezembro de 2014 e janeiro de 2015, um bloqueio atmosférico que inibiu a formação de uma Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), principal responsável pela distribuição positiva de chuva na região central do Brasil, com a precipitação ocorrida no município durante este período sendo classificada como normal apesar da previsão de estiagem até a segunda quinzena do mês de janeiro. Com o fim do bloqueio atmosférico a partir da segunda quinzena de janeiro, observa-se um aumento no registro de chuvas em fevereiro e março, acompanhando a retomada de chuvas mais regulares no centro do Brasil, em especial em março com o registro de precipitação acima da média histórica em boa parte da região sudeste. A partir de abril, e em especial no trimestre de junho-julho-agosto, observa-se a diminuição das chuvas e meses secos acompanhando o período histórico de estiagem para a região central, com exceção observada em maio, onde a configuração de zonas de convergência de umidade influenciaram a umidade e ocorrência de chuva, o que pôde ser observado também no município. As precipitações voltam a ocorrer em maior volume a partir do mês de setembro, acompanhando a influência do fenômeno El Niño-Oscilação Sul (ENOS) que causou chuvas acima da média histórica para o mês em parte do sudeste, incluindo quase todo o estado de São Paulo. Nos meses de outubro, novembro e dezembro, porém, os totais pluviométricos em Pereira Barreto contrastam a condição de déficit pluviométrico que ocorreu em grande parte do país, incluindo a região sudeste.

---

<sup>6</sup> Disponível em: <http://infoclima1.cptec.inpe.br/>

<sup>7</sup> Disponível em: <http://clima1.cptec.inpe.br/monitoramentobrasil/pt>

Em 2019, o mês de janeiro registrou precipitação considerada seca em Pereira Barreto, enquanto a região noroeste do estado de São Paulo apresentou um misto de precipitação que variaram entre 100.1-150mm e 50.1-100mm. Para o mês de fevereiro, a precipitação registrada ficou acima da média para o estado de São Paulo, com 249,7mm em comparação com a média entre 150.1-200mm para quase todo o noroeste paulista. A partir de março até outubro, observou-se que os registros pluviométricos do município acompanharam o período seco que predominou em quase toda a região sudeste, sendo o ano com o maior período consecutivo de meses secos e muito secos, sendo interrompido a partir de novembro e em especial no mês de dezembro, quando observa-se o registro de alto acumulado de chuva que acompanhou o registrado em boa parte do sudeste e para a região noroeste de São Paulo.

Nos meses de janeiro e fevereiro de 2021, o município registrou chuva acima do observado em quase todo o noroeste paulista, com janeiro se assemelhando ao observado em parte do sudeste e do estado de Mato Grosso do Sul, em contraste com as chuvas de fevereiro que foram acima dos 100 mm ou menos registrados em quase todo o estado de São Paulo e Mato Grosso do Sul. Entre os meses de março a setembro, observa-se uma diminuição da precipitação total no município que acompanhou a mesma diminuição em quase todo o centro do Brasil, com longos períodos de chuva próximos ou abaixo dos 50 mm, com a retomada de maiores volumes de chuva no município ocorrendo a partir de outubro, acompanhando o mesmo processo de aumento observado em quase todo o Centro-Sul, com uma ligeira queda sendo observada nos meses seguintes de novembro e dezembro, influenciada pela diminuição de chuvas em grande parte da região noroeste de São Paulo.

## 7. A CORRELAÇÃO E O COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO ENTRE VARIÁVEIS CLIMÁTICAS E OS CASOS DE DENGUE

A partir da coleta de dados do acumulado pluviométrico e de médias máximas e mínimas de temperaturas durante os anos hidrológicos, neste caso sendo iniciado no mês agosto de um determinado ano até o mês de julho do ano posterior, foi possível observar a Correlação (R) e o Coeficiente de Determinação ( $r^2$ ) entre as variáveis climáticas com o número de casos de dengue em Pereira Barreto - SP, durante o período analisado de 2015/2016 até 2020/2021. A correlação e o determinante foram classificados em níveis que variam de fraca a fortíssima.

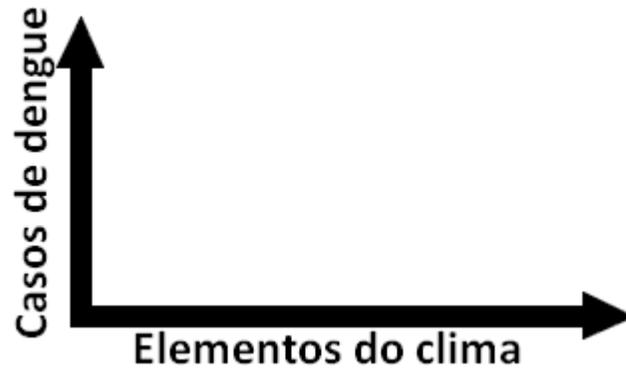
Com os dados sendo separados por anos hidrológicos (ALEIXO, 2012), os números de casos de dengue e os acumulados de chuva foram rearranjados, como mostra o Tabela 1, com os eixos dos gráficos de coeficiente de determinação sendo indicados na Figura 6.

Tabela 1 - Acumulado de chuva e casos confirmados de dengue por ano hidrológico

<b>Ano</b>	<b>Acumulado de chuva (mm)</b>	<b>Casos confirmados</b>
2015/2016	1539,6	288
2016/2017	1044,1	7
2017/2018	1247,2	11
2018/2019	1148,1	918
2019/2020	927,9	141
2020/2021	870,4	413

Fonte: Vigilância Epidemiológica, 2021; FEIS/CLIMA - UNESP, 2021  
Org: Machida (2022)

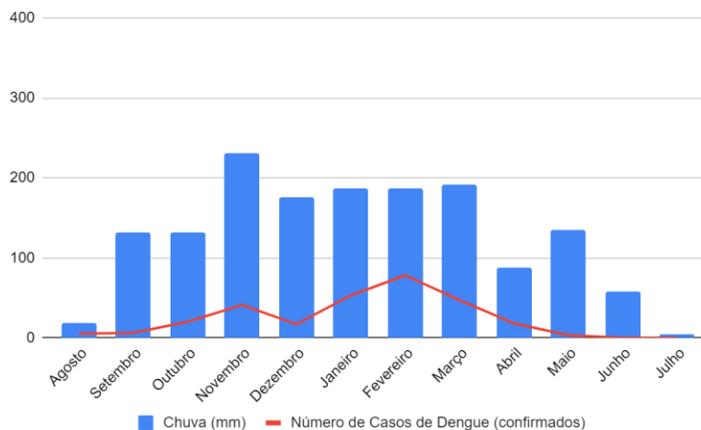
Figura 6 - Eixos dos gráficos de determinante ( $r^2$ )



Fonte: MACHIDA (2022)

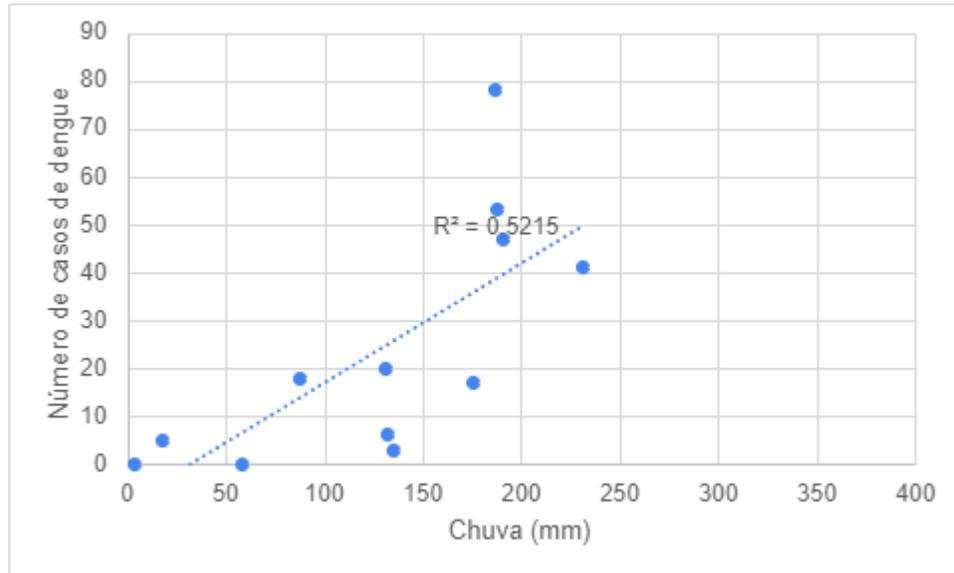
No período de agosto de 2015 a julho de 2016 (Gráfico 9), a correlação ( $R$ ) entre o acumulado de chuvas e o número de casos confirmados de dengue teve resultado de 0,72, sendo classificado como forte e indicando que houve grande influência entre a precipitação e as notificações da doença. Já o Coeficiente de Determinação ( $r^2$ ) apresentou resultado de 0,5215 (Gráfico.10), também classificado como forte e sendo indicativo de que as chuvas influenciam para uma tendência de aumento da doença.

Gráfico 9 - Casos de dengue x Acumulado de chuva (mm) - 2015/2016



Fonte: Vigilância Epidemiológica, 2021; FEIS/CLIMA - UNESP, 2021 Org: Machida (2021)

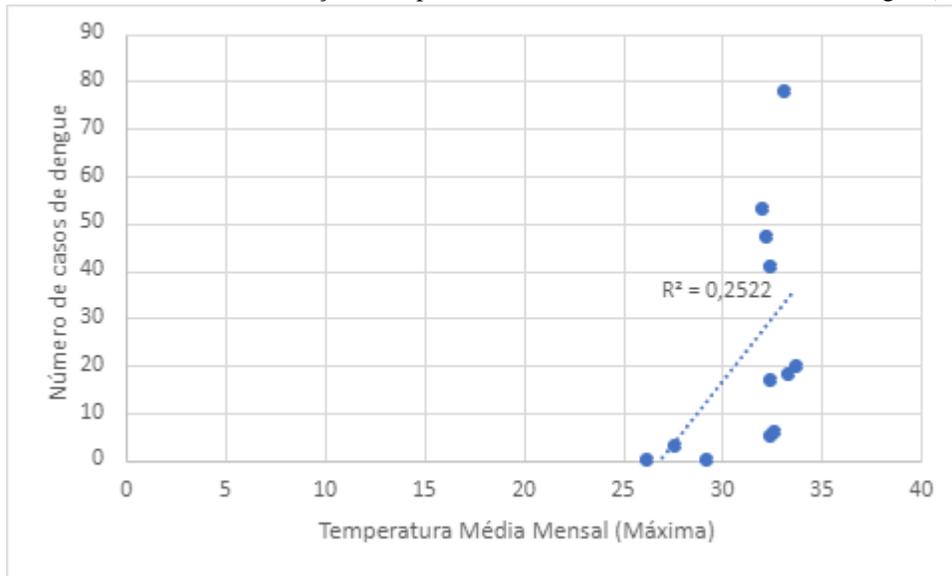
Gráfico 10 - Coeficiente de Determinação: Chuva x Casos de dengue (2015/2016)



Organização: Machida (2021)

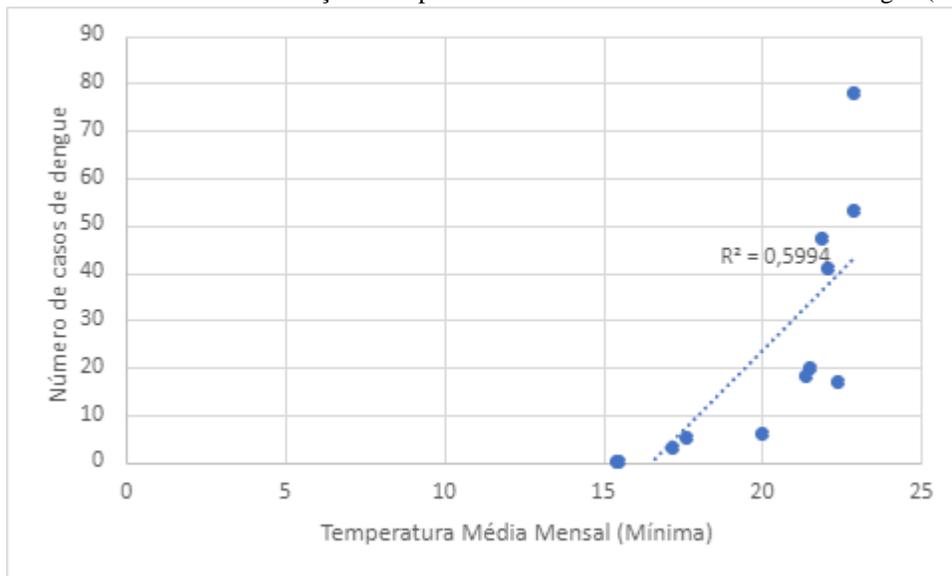
No mesmo período, as temperaturas máximas (Gráfico 11) apresentaram uma correlação classificada como média de  $(R) = 0,50$ , sendo esta a mesma classificação do valor da determinante ( $r^2$ ), que teve resultado de 0,2522, indicando que a tendência de crescimento da doença sofreu um impacto mediano das médias de temperaturas máximas. Já as temperaturas mínimas (Gráfico 12) apresentaram maior influência sobre os casos da doença, com forte correlação de 0,77 e uma forte influência para a tendência no aumento dos casos, apresentando um valor determinante de 0,5994.

Gráfico 11 - Coeficiente de Determinação: Temperatura Máxima x Número de casos de dengue (2015/2016)



Organização: Machida (2021)

Gráfico 12 - Coeficiente de Determinação: Temperatura Mínima x Número de casos de dengue (2015/2016)



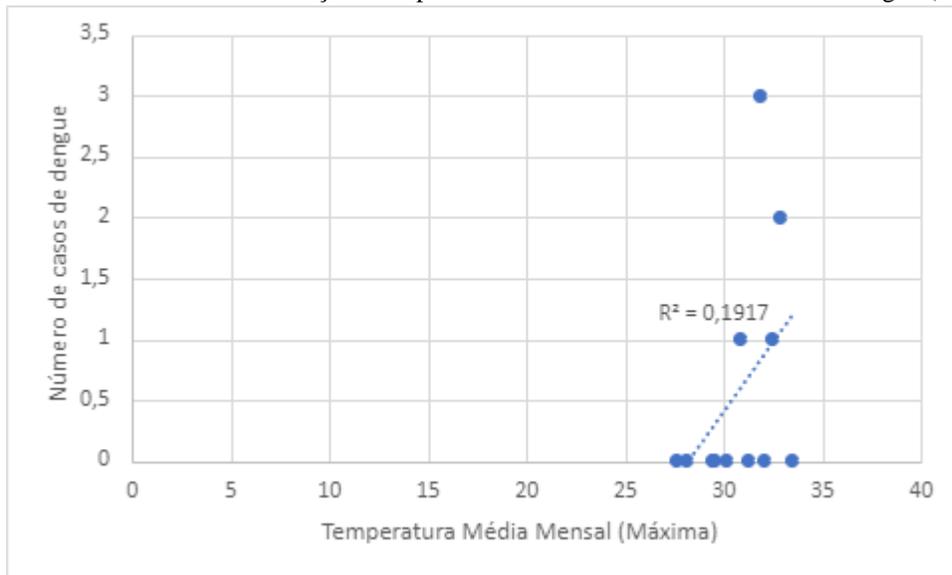
Organização: Machida (2021)

O ano hidrológico de 2016/2017 (Gráfico 13) apresentou uma queda considerável no número de casos de dengue em comparação com o período anterior, com um total de 7 registros da doença, havendo também uma diminuição no acumulado de chuvas. A correlação entre a precipitação e os casos de dengue (Gráfico 14) teve uma fraca relação de 0,03, refletindo



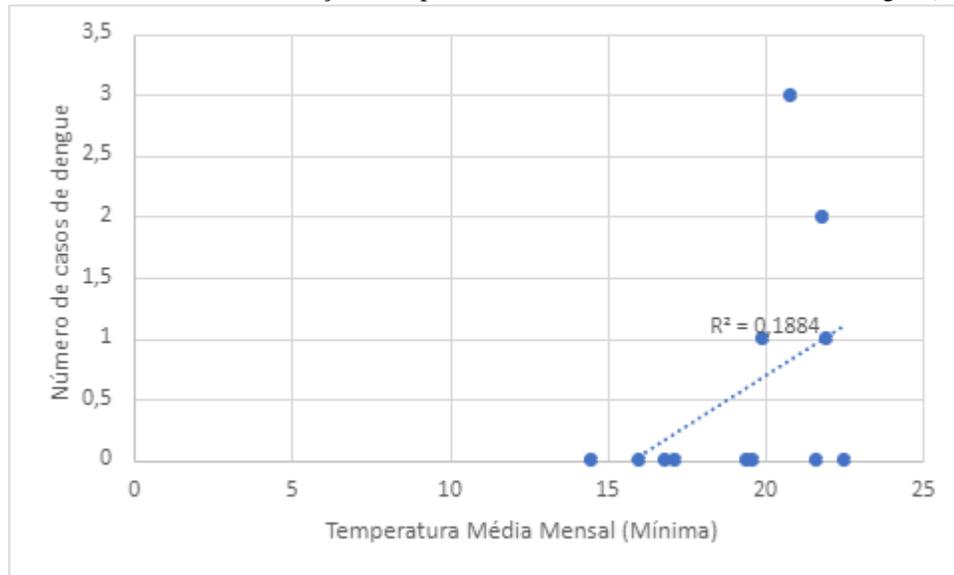
os casos de dengue. A mesma classificação foi observada para as temperaturas mínimas (Gráfico 16), onde a correlação teve valor de 0,43, similar ao das máximas e também sendo indicativo de correlação média, e o valor da tendência apresentando classificação média, demonstrando uma tendência moderada de influência das mínimas para o aumento das notificações com o valor de 0,1884.

Gráfico 15 - Coeficiente de Determinação: Temperatura Máxima x Número de casos de dengue (2016/2017)



Organização: Machida (2021)

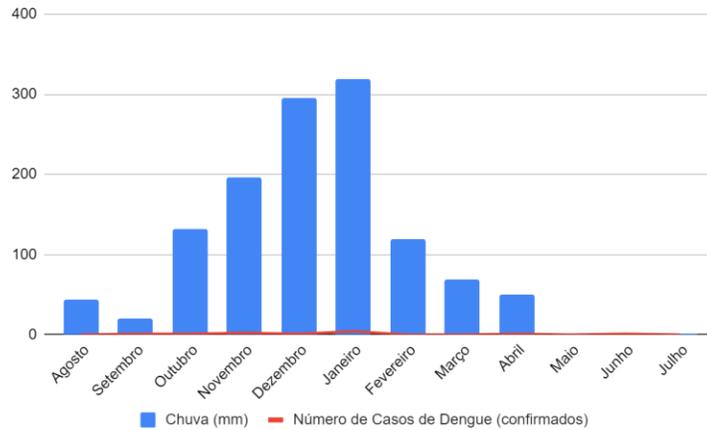
Gráfico 16 - Coeficiente de Determinação: Temperatura Mínima x Número de casos de dengue (2016/2017)



Organização: Machida (2021)

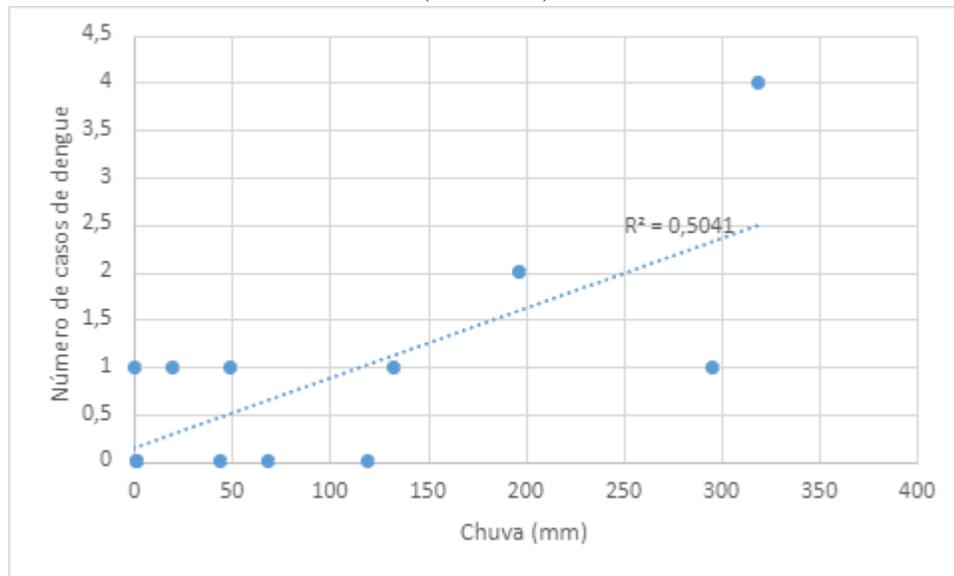
Assim como no período anterior, o ano de 2017/2018 (Gráfico 17) apresentou um baixo número de registros de dengue, com um total de 11 casos durante os meses analisados, sendo este um pequeno aumento acompanhado também por um aumento no acumulado de chuvas. Porém, diferente do período anterior, as variáveis de precipitação e de casos de dengue apresentaram uma forte correlação de 0,71, acompanhado por um determinante de 0,50 (Gráfico 18) indicando que os casos demonstraram tendência de aumento nos meses mais chuvosos.

Gráfico 17 - Casos de dengue x Acumulado de chuva (mm) - 2017/2018



Organização: Machida (2021)

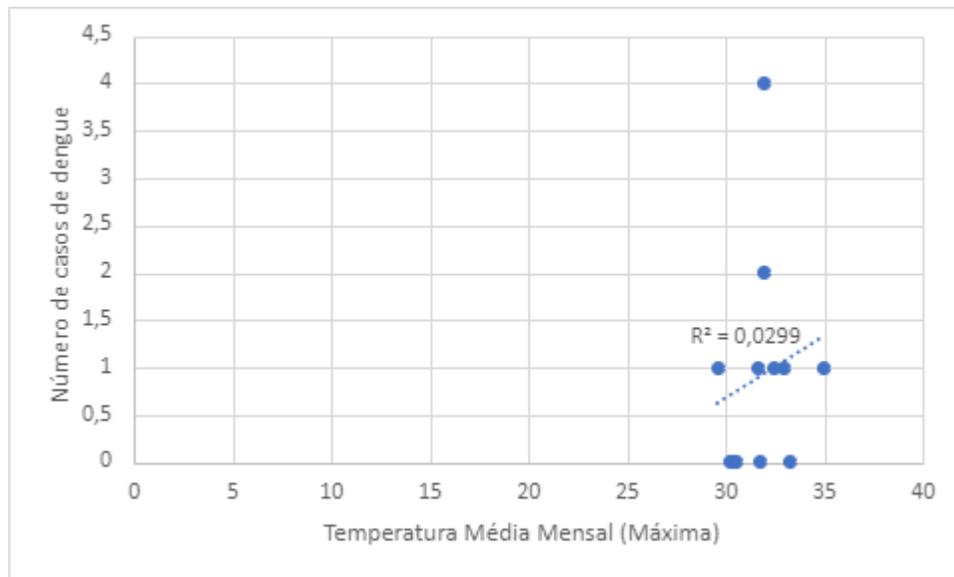
Gráfico 18 - Coeficiente de Determinação: Chuva x Casos de dengue (2017/2018)



Organização: Machida (2021)

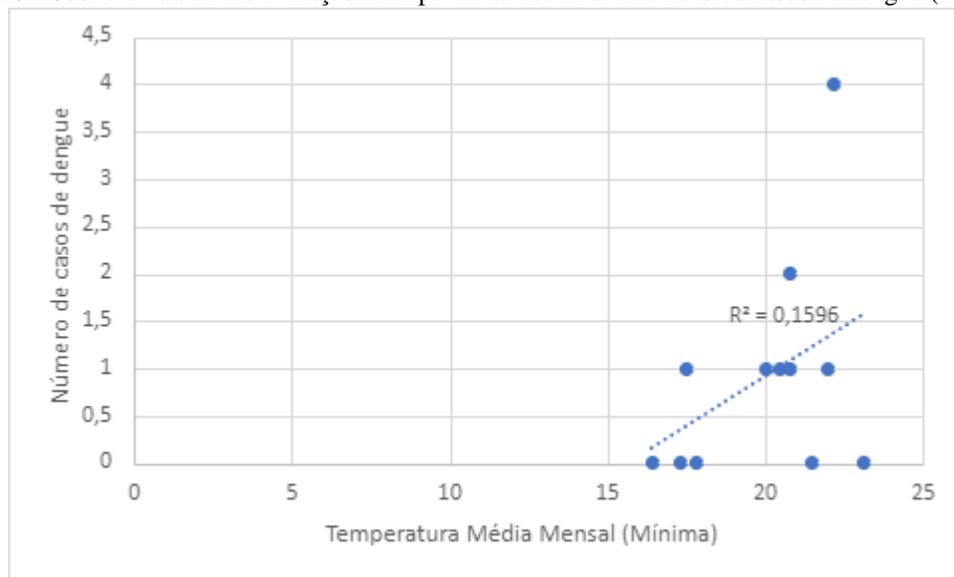
A correlação para as temperaturas máximas registrou o valor de 0,17, sendo classificada como fraca entre as variáveis e indicando pouca influência das máximas nos casos de dengue, com o mesmo podendo ser observado na determinante que alcançou valor de 0,0299 (Gráfico 19). Já as temperaturas mínimas demonstraram um pouco mais de influência, com uma correlação média entre as variáveis de 0,40, acompanhado de uma determinante com o valor de 0,1519 (Gráfico 20), o que indica uma tendência de valor médio de crescimento quando relacionado os casos de dengue com as temperaturas mínimas.

Gráfico 19 - Coeficiente de Determinação: Temperatura Máxima x Número de casos de dengue (2017/2018)



Organização: Machida (2021)

Gráfico 20 - Coeficiente de Determinação: Temperatura Máxima x Número de casos de dengue (2017/2018)

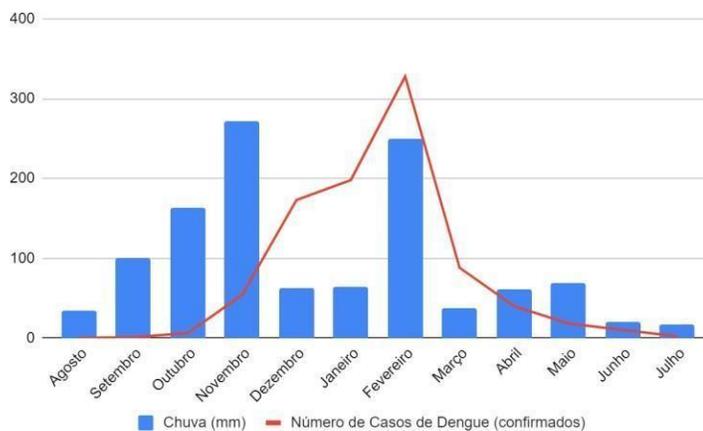


Organização: Machida (2021)

Após dois anos com baixos números de casos de dengues confirmados, o ano de 2018/2019 (Gráfico 21) foi marcado por um grande aumento de notificações que levaram o período a ter o maior registro da doença em todos os anos analisados, com as notificações concentradas principalmente nos dois últimos meses de 2018 e nos dois primeiros meses de 2019. Apesar do pico de notificações coincidir com o segundo mês mais chuvoso do intervalo, a correlação entre a precipitação e os casos de dengue teve um valor considerado fraco de

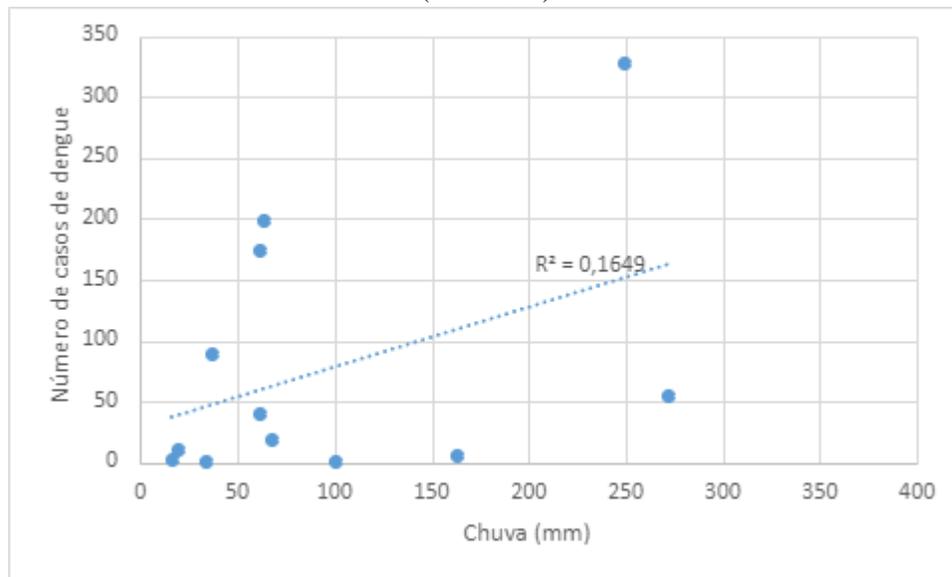
0,25, o que pode indicar que, apesar da concentração de casos entre os meses chuvosos de novembro a janeiro, outros elementos climáticos podem ter tido maior influência, assim como outros fatores externos como o de políticas públicas e descarte de lixo e outros resíduos. Com relação ao valor da determinante, este teve pela primeira vez uma classificação diferente da correlação, com o valor de 0,1649 (Gráfico 22), classificado como médio e indicando que as chuvas tiveram influência média entre as duas variáveis.

Gráfico 21 - Casos de dengue x Acumulado de chuva (mm) - 2018/2019



Organização: Machida (2021)

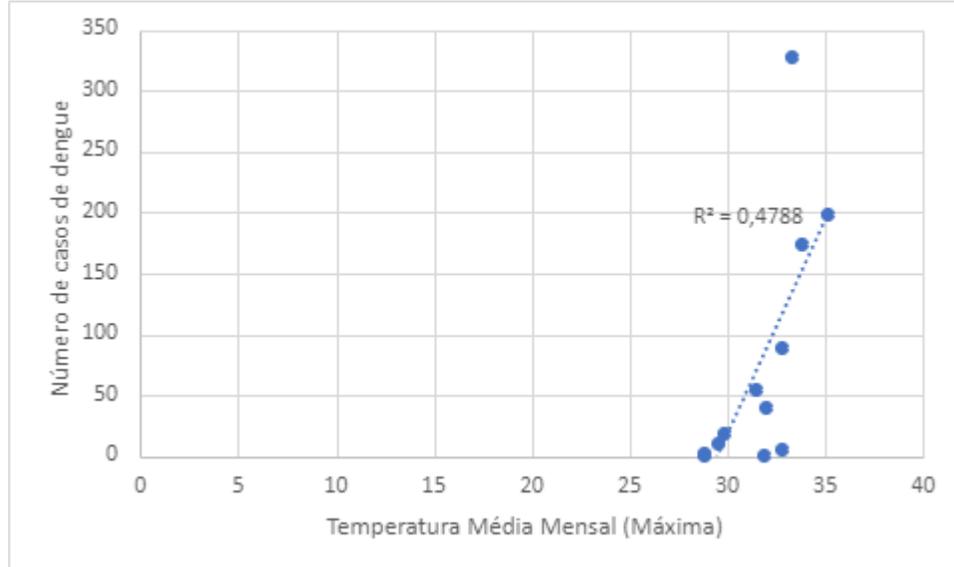
Gráfico 22 - Coeficiente de Determinação: Chuva x Casos de dengue (2018/2019)



Organização: Machida (2021)

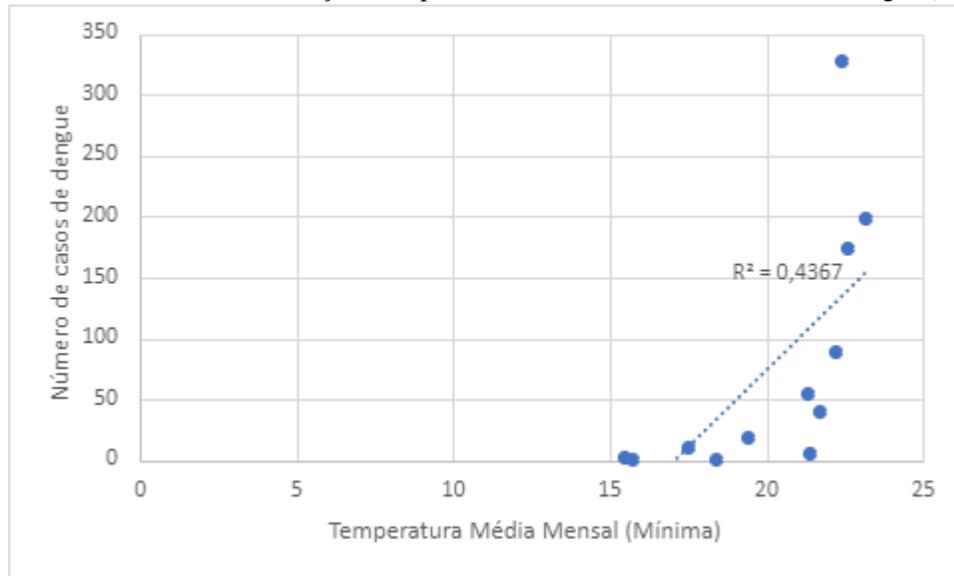
As temperaturas máximas apresentaram um possível maior impacto nos registros de dengue, indicado por uma forte correlação de 0,69 e um determinante de 0,4788 (Gráfico 23), o que sugere uma maior influência das máximas para a tendência de alta da doença. Com resultados semelhantes, as temperaturas mínimas dispuseram uma forte correlação de 0,66 entre as variáveis, e demonstraram influência no aumento dos casos com o valor da determinante sendo 0,4367 (Gráfico 24). No geral, as temperaturas máximas e mínimas tiveram forte correlação e determinante, o que, possivelmente aliado a outros fatores externos, podem ter auxiliado para o número mais expressivo de casos, mesmo com a variável de precipitação não apresentando o mesmo resultado.

Gráfico 23 - Coeficiente de Determinação: Temperatura Máxima x Número de casos de dengue (2018/2019)



Organização: Machida (2021)

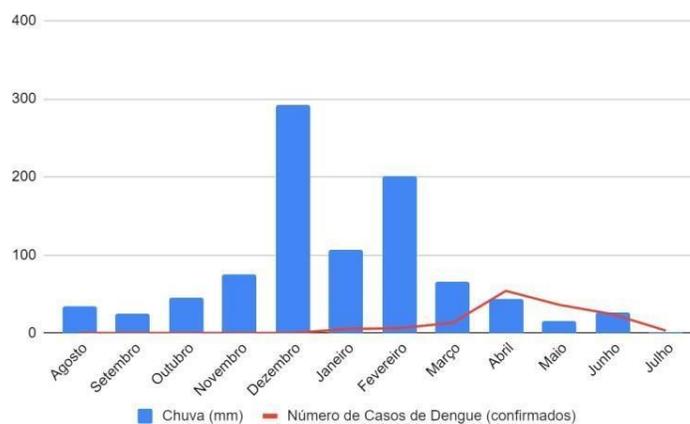
Gráfico 24 - Coeficiente de Determinação: Temperatura Mínima x Número de casos de dengue (2018/2019)



Organização: Machida (2021)

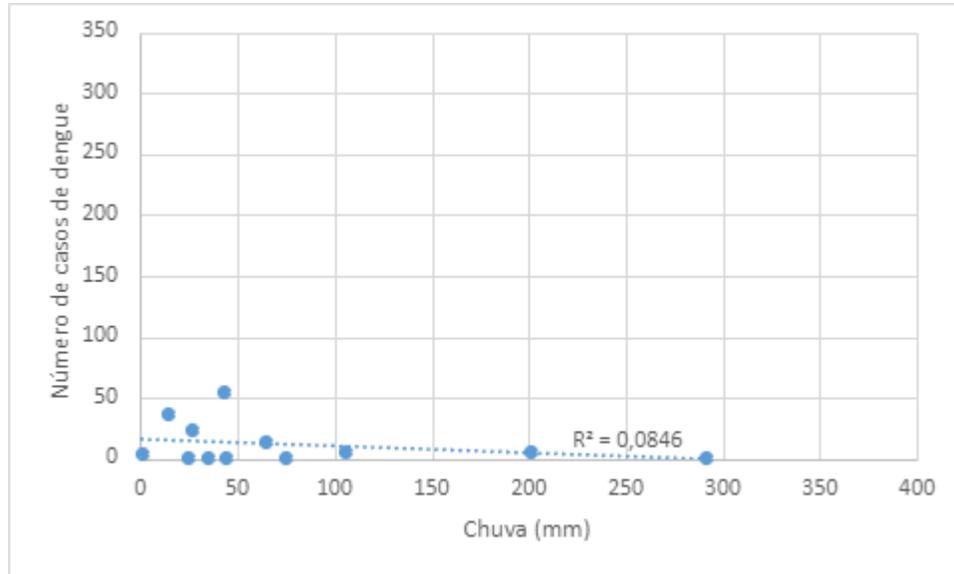
O período de 2019/2020 (Gráfico 25) apresentou um dos únicos registros de correlação negativa dentro do recorte temporal estudado, sendo este fato uma das possíveis causas para a queda do número de notificações, apesar dos números serem maiores que os anos de 2016/2017 e 2017/2018. A correlação entre o acumulado de chuvas e os casos de dengue apresentou resultado de  $-0,29$ , sendo classificado como fraco, acompanhado por uma determinante também classificada como fraca de  $0,0846$  (Gráfico 26) e que apresentou uma linha de tendência negativa.

Gráfico 25 - Casos de dengue x Acumulado de chuva (mm) - 2019/2020



Organização: Machida (2021)

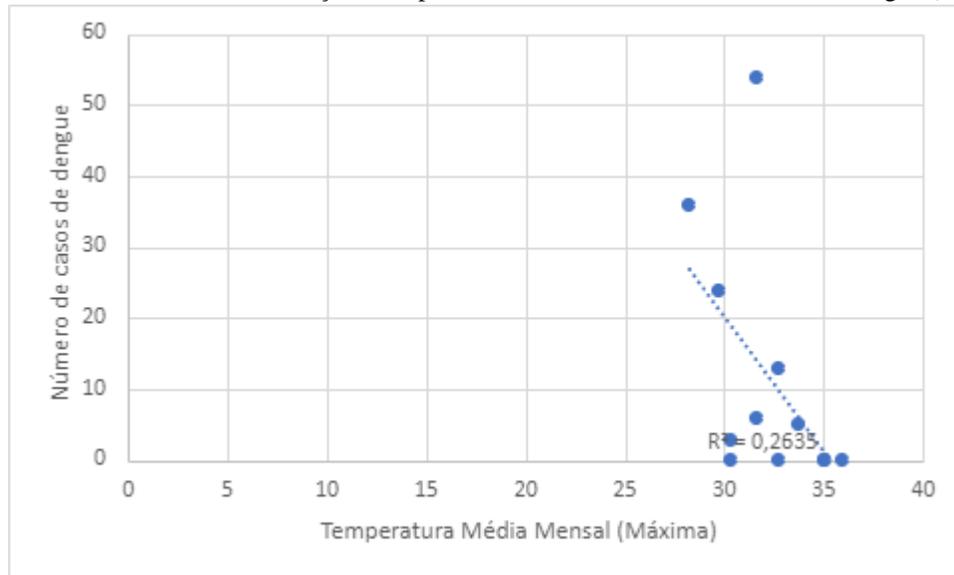
Gráfico 26 - Coeficiente de Determinação: Chuva x Casos de dengue (2019/2020)



Organização: Machida (2021)

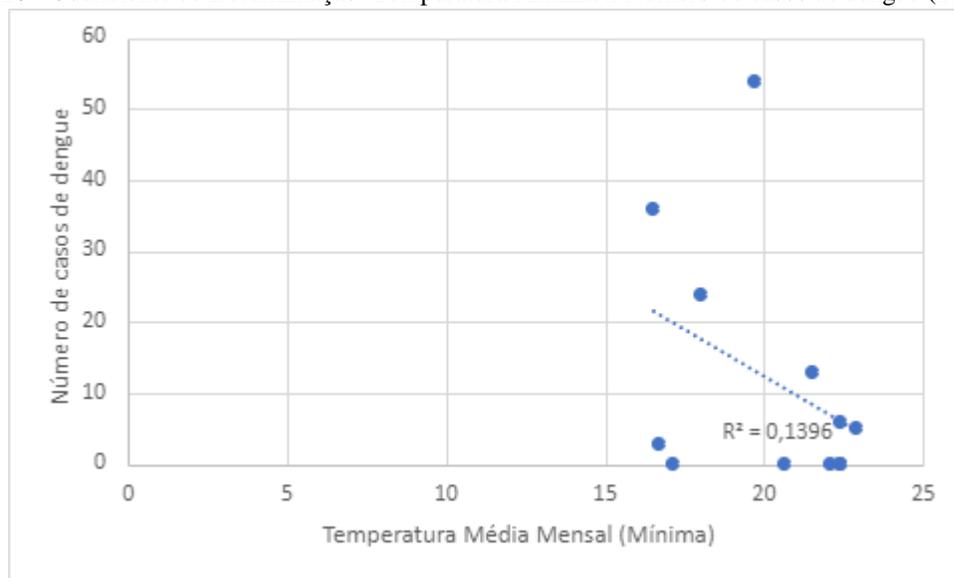
Assim como ocorrido com o resultado da análise da precipitação, as correlações das temperaturas médias também apresentaram valores negativos. A correlação entre os casos e as máximas teve classificação média com resultado de  $R = -0,51$ , acompanhada por uma determinante de 0,2035 (Gráfico 27), também classificada como média e indicando que houve influência média das temperaturas máximas para a tendência de queda dos casos de dengue. A correlação entre as temperaturas mínimas e os casos de dengue seguiu a mesma classificação média e negativa de  $-0,37$ , com a determinante novamente indicando que houve influência classificada como média para a tendência de queda das notificações de dengue, com um valor de 0,1996 (Gráfico 28).

Gráfico 27 - Coeficiente de Determinação: Temperatura Máxima x Número de casos de dengue (2019/2020)



Organização: Machida (2021)

Gráfico 28 - Coeficiente de Determinação: Temperatura Mínima x Número de casos de dengue (2019/2020)

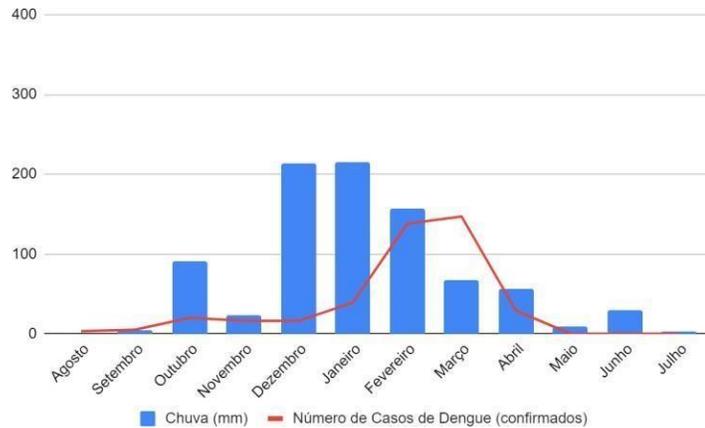


Organização: Machida (2021)

Após a queda de casos no período anterior, o ano hidrológico de 2020/2021 (Gráfico 29) apresentou novo aumento de notificações confirmadas de dengue, com os casos concentrados principalmente nos primeiros meses de 2021. Outro ponto observado é o acumulado de chuva em 2020/2021 de 870,4mm, sendo este o menor acumulado em todo o

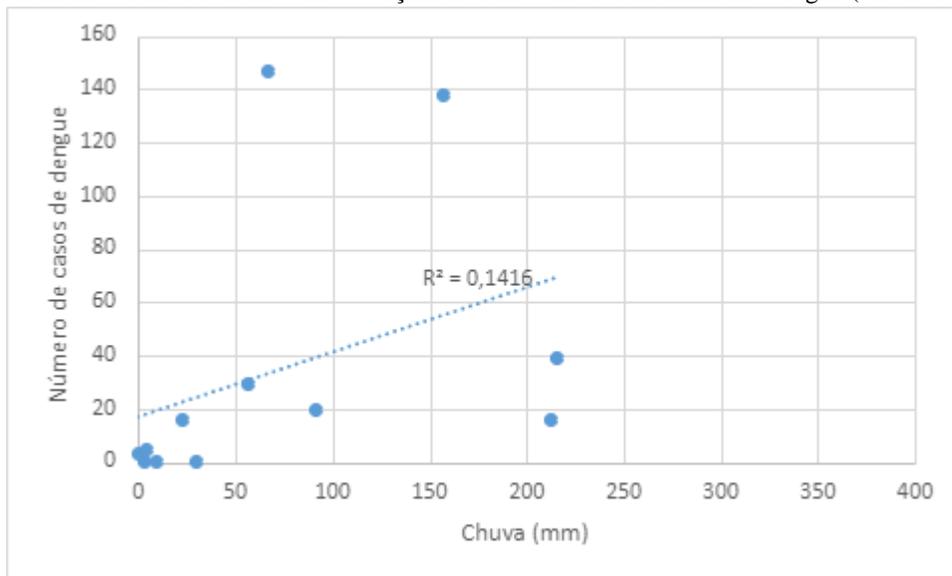
período observado e quase a metade do que foi registrado durante o ano de 2015/2016. A correlação entre as variáveis de precipitação e casos de dengue ficou em 0,38, sendo classificado como correlação média, mesma classificação para a determinante que teve o valor de 0,14 (Gráfico 30).

Gráfico 29 - Casos de dengue x Acumulado de chuva (mm) - 2020/2021



Organização: Machida (2021)

Gráfico 30 - Coeficiente de Determinação: Chuva x Número de casos de Dengue (2020/2021)

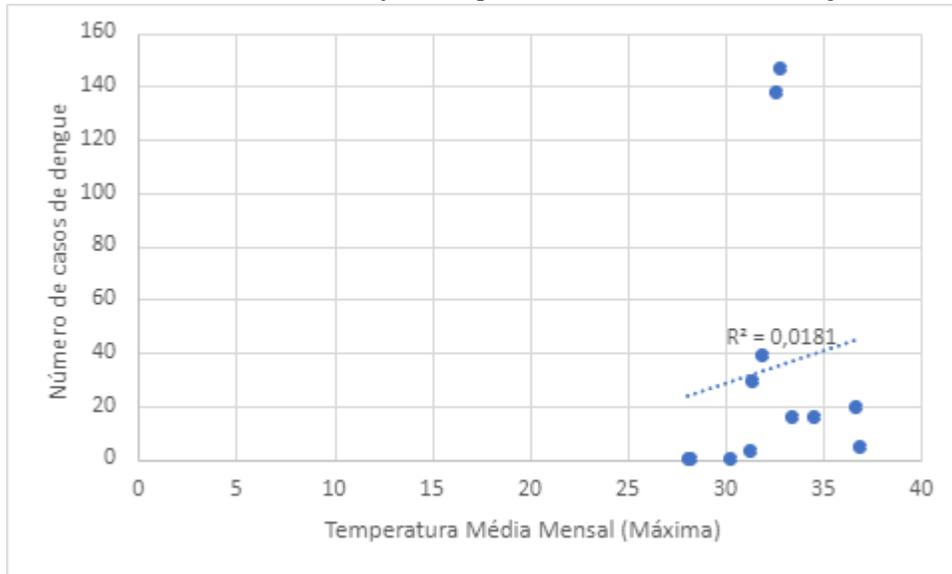


Organização: Machida (2021)

Entre as variáveis de temperaturas máximas e de casos de dengue, a correlação teve classificação fraca ao apresentar o valor de 0,13 e determinante também fraca de 0,0181

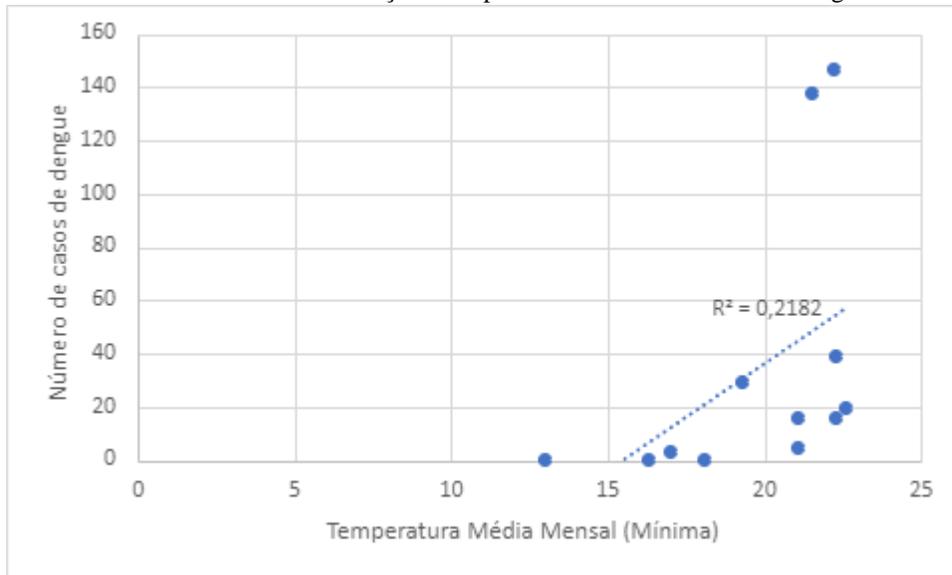
(Gráfico 31), indicando que houve pouca ligação entre as duas variáveis nos meses, e que houve baixa influência na tendência de aumento das notificações. Para as temperaturas mínimas, a correlação teve classificação média com 0,47, assim como a determinante que apresentou uma tendência média de crescimento com 0,2182 (Gráfico 32), indicando que as mínimas tiveram maior impacto em relação às outras duas variáveis climáticas.

Gráfico 31 - Coeficiente de Determinação: Temperatura Máxima x Casos de dengue - 2020/2021



Organização: Machida (2021)

Gráfico 32 - Coeficiente de Determinação: Temperatura Máxima x Casos de dengue - 2020/2021



Organização: Machida (2021)

Com os resultados obtidos através dos cálculos de Coeficiente de correlação (R) e Coeficiente de determinação ( $r^2$ ), foi possível observar parte da influência e possíveis impactos dos elementos climáticos para o aumento ou a queda do número de casos de dengue em um determinado ano hidrológico, sendo necessário ressaltar, porém, que tais impactos se referem a variáveis climáticas e casos da doença que ocorrem em cada mês, não refletindo a influência de aspectos como a defasagem entre precipitação e a notificação dos casos. Outro ponto a ser destacado são os valores do eixo horizontal nos gráficos de determinação, os quais não mantiveram um valor igualitário para evitar distorções nos gráficos, em especial nos anos 2016/2017 e 2017/2018.

No geral, os valores de correlação e determinante tiveram classificações semelhantes em quase todos os anos, com exceção para a diferença entre o valor de R e  $r^2$  do acumulado de chuva em 2018/2019. Outro ponto de destaque foi o período de 2019/2020, onde todas as variáveis de correlação apresentaram valores negativos e as determinantes tiveram tendência de queda indicando que as variáveis climáticas influenciaram para a diminuição de casos ao longo dos meses.

Entre os elementos do clima, as temperaturas mínimas não apresentaram nenhum registro de correlação ou determinante classificadas como fraca, o que demonstra uma influência constante sobre o ciclo e os registros de dengue, devido ao comprometimento ou total impossibilidade de reprodução do vetor em baixas temperaturas. As temperaturas máximas apresentaram uma influência menor e consideravelmente mais instável, registrando classificação forte apenas no ano de 2018/2019. Da mesma maneira, o acumulado de chuva também apresentou classificações mais instáveis, com um número maior de classificações consideradas fracas tanto para a correlação quanto para a determinante, pontuando-se também que, no ano de 2017/2018, apesar da classificação de R e  $r^2$  ser forte, o número de casos de dengue neste período foram baixos, com picos que não ultrapassaram 4 registros em um mês.

Quadro 3 - Classificação das correlações (R) - 2015/2016 a 2020/2021

	Acumulado de chuva	Temperaturas Médias Máximas	Temperaturas Médias Mínimas
2015/2016	0,72 (Forte)	0,50 (Médio)	0,77 (Forte)
2016/2017	0,03 (Fraco)	0,44 (Médio)	0,43 (Médio)
2017/2018	0,71 (Forte)	0,17 (Fraco)	0,40 (Médio)
2018/2019	0,25 (Fraco)	0,69 (Forte)	0,66 (Forte)
2019/2020	-0,29 (Fraco)	-0,51 (Médio)	-0,37 (Médio)
2020/2021	0,38 (Médio)	0,13 (Fraco)	0,47 (Médio)

Organização: Machida (2022)

Quadro 4 - Classificação das determinantes ( $r^2$ ) - 2015/2016 a 2020/2021

	Acumulado de chuva	Temperaturas Médias Máximas	Temperaturas Médias Mínimas
2015/2016	0,5215 (Forte)	0,2522 (Médio)	0,5994 (Forte)
2016/2017	0,0015 (Fraco)	0,1917 (Médio)	0,1884 (Médio)
2017/2018	0,5041 (Forte)	0,0299 (Fraco)	0,1519 (Médio)
2018/2019	0,1649 (Médio)	0,4788 (Forte)	0,4367 (Forte)
2019/2020	0,0846 (Fraco)	0,2035 (Médio)	0,1996 (Médio)
2020/2021	0,1416 (Médio)	0,0181 (Fraco)	0,2182 (Médio)

Organização: Machida (2022)

### 7.1. Defasagem entre variáveis climáticas e os casos de dengue

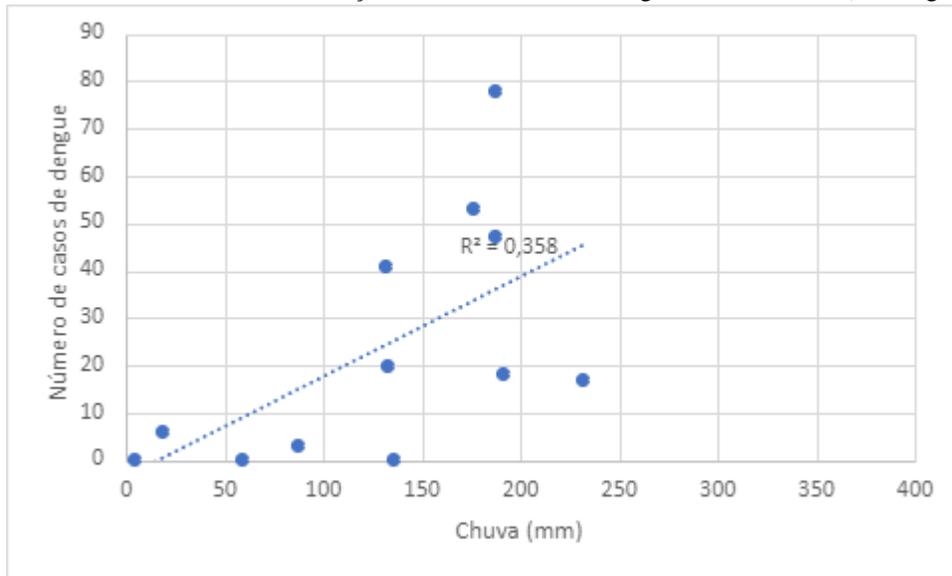
As influências de elementos climáticos no ciclo de vida do mosquito e nos casos de dengue não ocorrem apenas no mesmo dia, semana ou no mês em que se deram, sendo possível de serem observadas durante os meses seguintes e calculadas a partir de cálculos de correlação e de divergentes, em um processo denominado como defasagem, sendo um exemplo de pesquisa que utilizou esta análise o da autora Aleixo (2012), em sua tese de doutorado sobre a influência de dinâmicas climáticas em doenças respiratórias na cidade de Ribeirão Preto -

SP, onde verificou um aumento na incidência da doença entre 30 a 60 dias, assim como uma maior associação das variáveis de temperaturas mínimas e precipitação com a dengue, observando ainda que os casos ocorrem principalmente em períodos com ótimas condições para o desenvolvimento do vetor, sendo estas condições apontadas pela autora “temperatura máxima do ar na faixa de 27°C a 32°C, temperatura mínima na faixa entre 16°C a 21°C, e umidade relativa de 89% a 94%” (ALEIXO, 2012, p. 263).

A análise de defasagem neste estudo sobre a dengue em Pereira Barreto - SP buscou analisar como os elementos climáticos podem afetar a ocorrência de casos de dengue em um maior espaço de tempo, com resultados podendo ser utilizados para melhor entender a dinâmica da doença e possíveis elementos do clima que necessitam de maior atenção nesse caso.

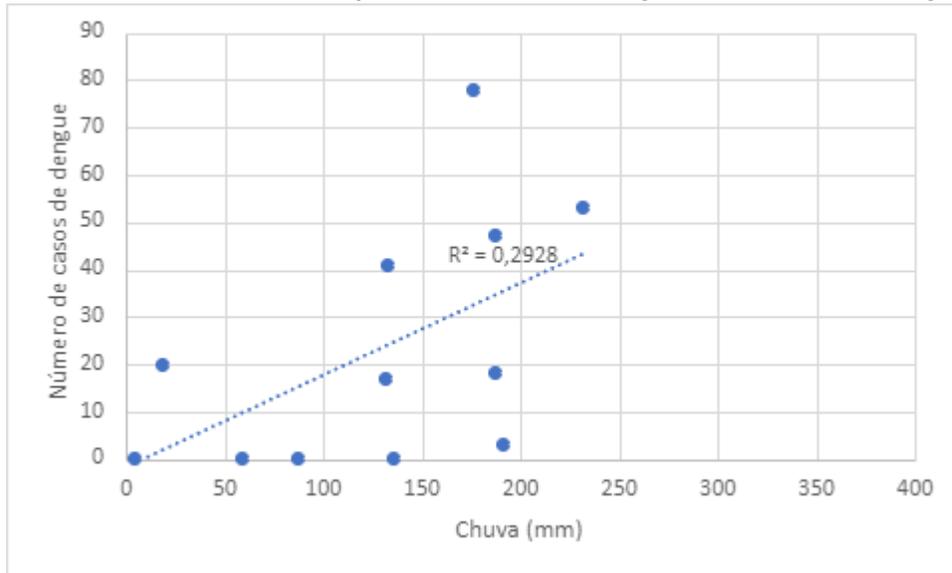
Com o período de defasagem (1) no ano de 2015/2016, o valor da correlação manteve a classificação forte mas apresentou queda com o resultado de  $R: 0,60$ , indicando pequena diminuição na influência das chuvas no número de casos de dengue no mês seguinte aos meses de maior precipitação. A partir da defasagem (2), a classificação se tornou média com o resultado  $R: 0,54$ , apontando para uma diminuição gradativa entre chuva e casos de dengue com o passar dos meses. Em relação à correlação de determinação, o valor de  $r^2$  para a defasagem (1) teve classificação forte de  $0,36$  (Gráfico 33), indicando que 36% da variação de casos de dengue podem ser explicadas pela variabilidade do acumulado de chuva. Com a defasagem (2), a classificação se tornou média, com diminuição para  $r^2: 0,29$  (Gráfico 34).

Gráfico 33 - Coeficiente de Determinação: Chuva x Casos de dengue em 2015/2016 (Defasagem 1)



Organização: Machida (2022)

Gráfico 34 - Coeficiente de Determinação: Chuva x Casos de dengue em 2015/2016 (Defasagem 2)

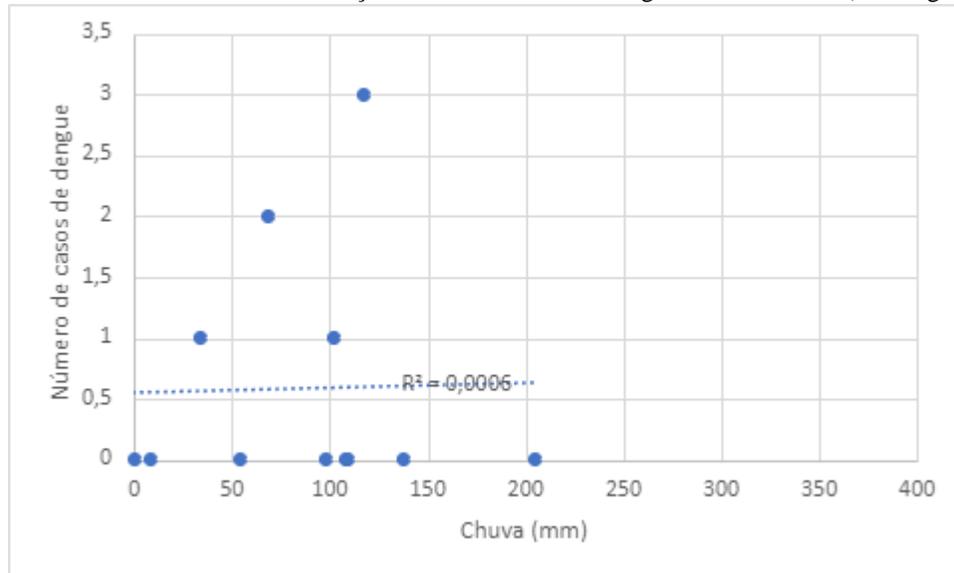


Organização: Machida (2022)

O número de casos de dengue no período de 2016/2017 apresentou uma significativa queda em relação ao período anterior. Em relação ao resultado sem defasagem entre precipitação e número de casos, a defasagem (1) manteve a classificação fraca e apresentou uma pequena queda com o valor de  $R: 0,02$ , ocorrendo porém um leve aumento a partir de

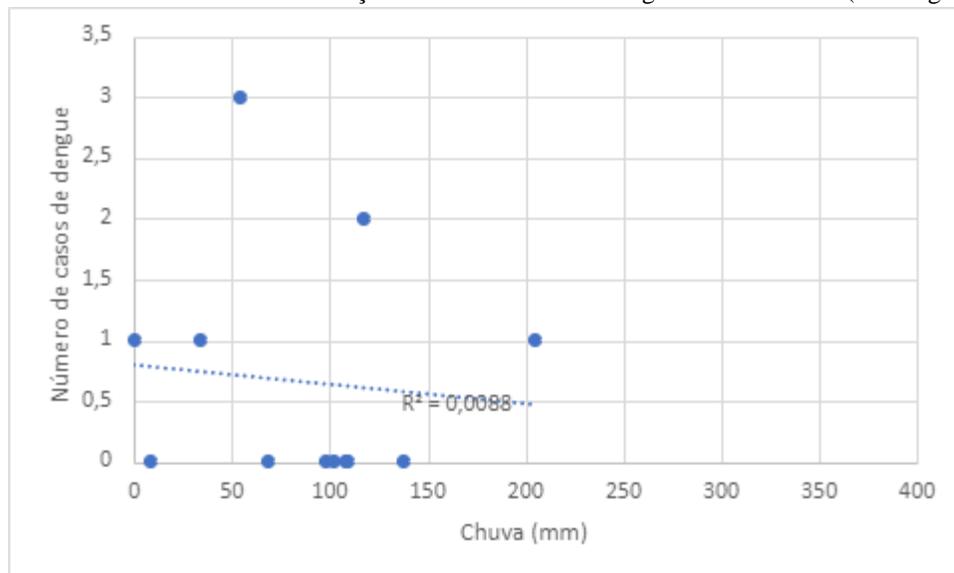
dois meses com  $R: 0,09$ , ainda classificado como fraca correlação entre as variáveis. Os valores das determinantes foram de  $r^2: 0,0006$  (Gráfico 35) para a defasagem (1) e de  $r^2: 0,0088$  (Gráfico 36) para a defasagem (2).

Gráfico 35 - Coeficiente de Determinação: Chuva x Casos de dengue em 2016/2017 (Defasagem 1)



Organização: Machida (2022)

Gráfico 36 - Coeficiente de Determinação: Chuva x Casos de dengue em 2016/2017 (Defasagem 2)

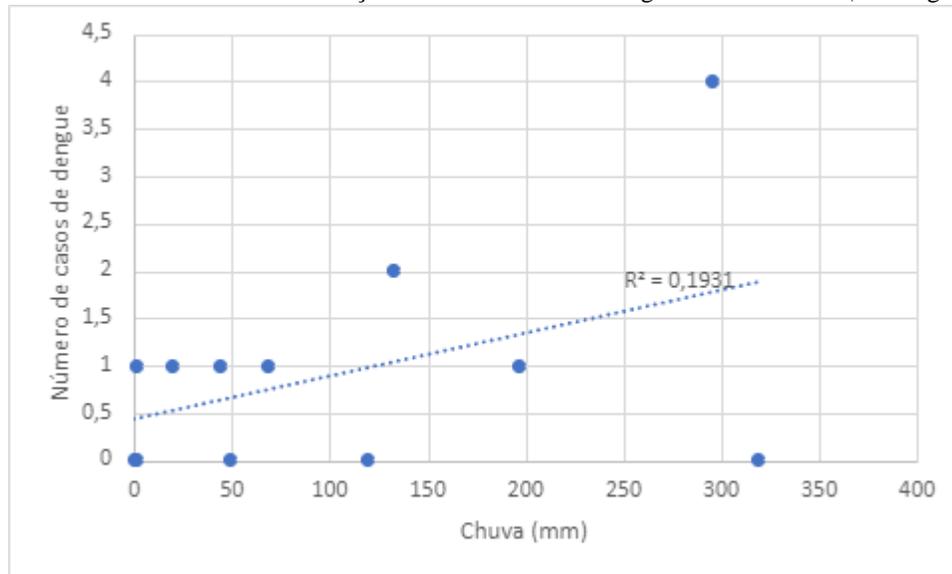


Organização: Machida (2022)

Com números de casos semelhantes ao ano hidrológico anterior, o período de

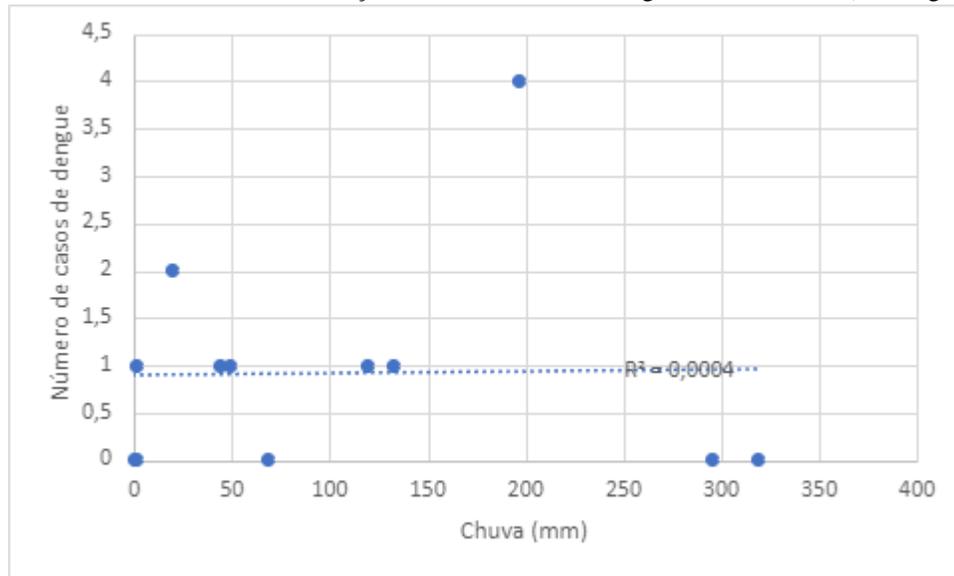
2017/2018 teve um pequeno número de registros da doença. Em um período de defasagem de um mês, o resultado de R obteve classificação média de 0,40, observando-se uma diminuição a partir de dois meses, onde se obteve o valor de R: 0,02. As determinantes mantiveram a mesma classificação média para a defasagem (1) e fraca a partir de dois meses, apresentando os valores de  $r^2$ : 0,19 (Gráfico 37) e 0,0004 (Gráfico 38) respectivamente.

Gráfico 37 - Coeficiente de Determinação: Chuva x Casos de dengue em 2017/2018 (Defasagem 1)



Organização: Machida (2022)

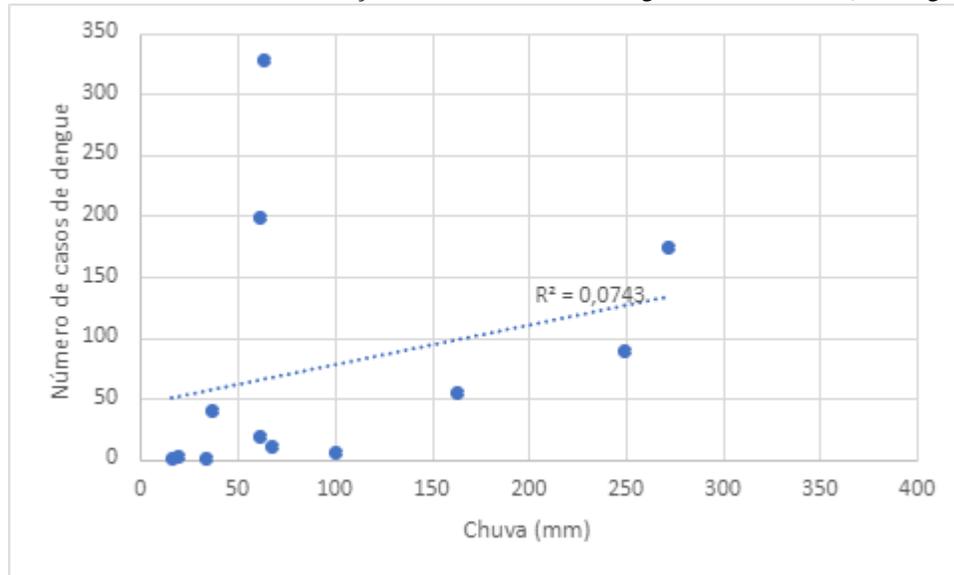
Gráfico 38 - Coeficiente de Determinação: Chuva x Casos de dengue em 2017/2018 (Defasagem 2)



Organização: Machida (2022)

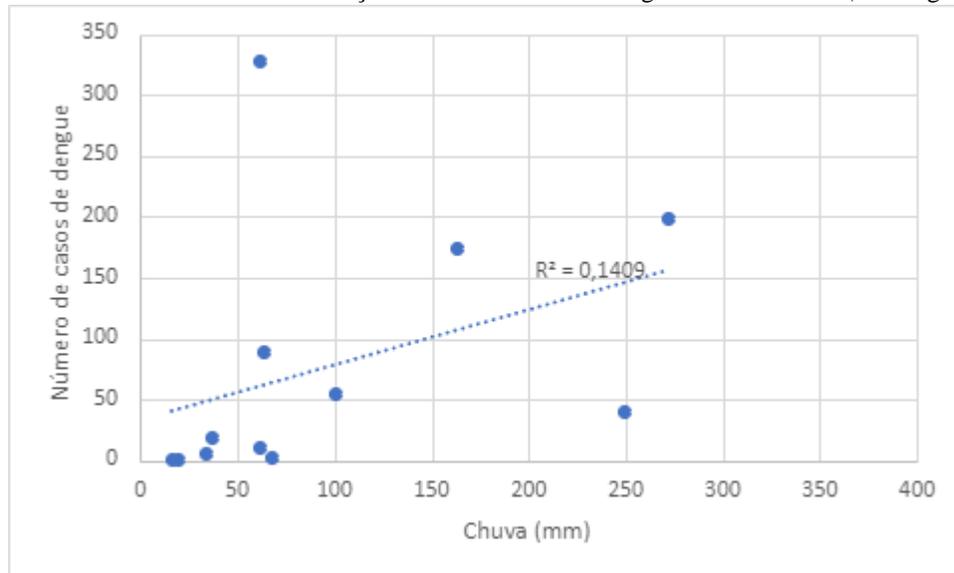
O ano de 2018/2019, principalmente nos últimos dois meses de 2018 e primeiros meses de 2019, registrou um grande aumento de número de casos de dengue em relação aos anos anteriores, sendo o ano hidrológico com o maior registro da doença em todo o período analisado, como fora apontado em pontos anteriores. Apesar da grande notificação de casos confirmados, o resultado da correlação sem defasagem havia registrado uma classificação fraca entre as notificações e a precipitação acumulada, ocorrendo um pequeno aumento para  $R: 0,27$  com a defasagem (1) e um aumento mais significativo a partir de dois meses, com o valor passando a ser classificado como médio com  $R: 0,37$ . O valor da determinante para a defasagem (1), porém, apresentou resultado de  $r^2: 0,07$  (Gráfico 39) classificado como fraco e sendo menor do que o obtido sem a defasagem, passando para a classificação média a partir da defasagem (2) com  $r^2: 0,14$  (Gráfico 40), sendo este também menor do que o período sem defasagem.

Gráfico 39 - Coeficiente de Determinação: Chuva x Casos de dengue em 2018/2019 (Defasagem 1)



Organização: Machida (2022)

Gráfico 40 - Coeficiente de Determinação: Chuva x Casos de dengue em 2018/2019 (Defasagem 2)

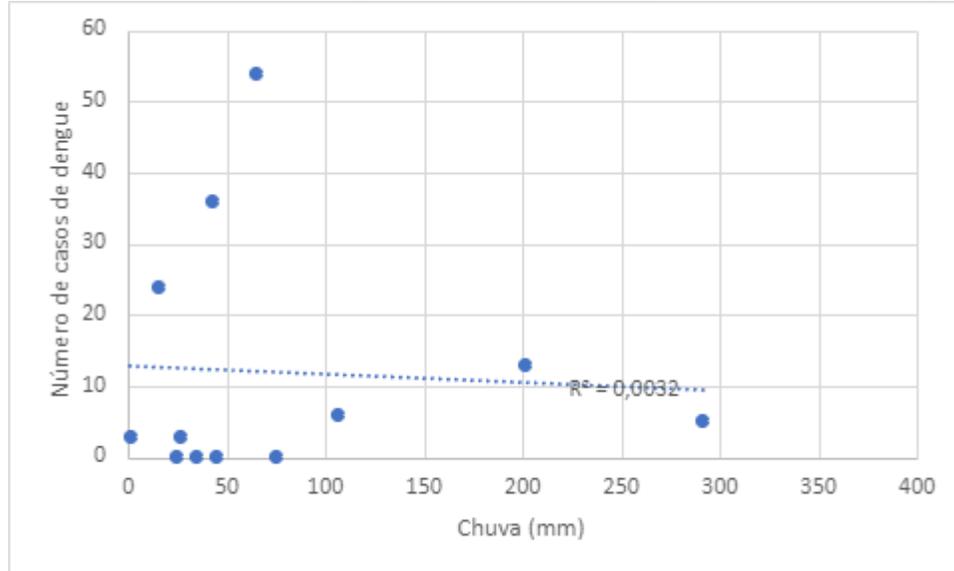


Organização: Machida (2022)

Registrando uma queda nos casos de dengue em comparação ao ano anterior, a defasagem (1) no ano de 2019/2020 apresentou um valor negativo de  $R: -0,05$ , enquanto a defasagem (2) registrou  $0,39$ , acima dos resultados obtidos sem e com um mês de defasagem, o que indica uma maior influência da chuva em meses posteriores neste período. Para a defasagem (1), o  $r^2$  foi de  $0,0032$  (Gráfico 41), apresentando linha de tendência negativa, enquanto a defasagem (2) teve resultado de  $r^2: 0,15$  (Gráfico 42) e classificação média,

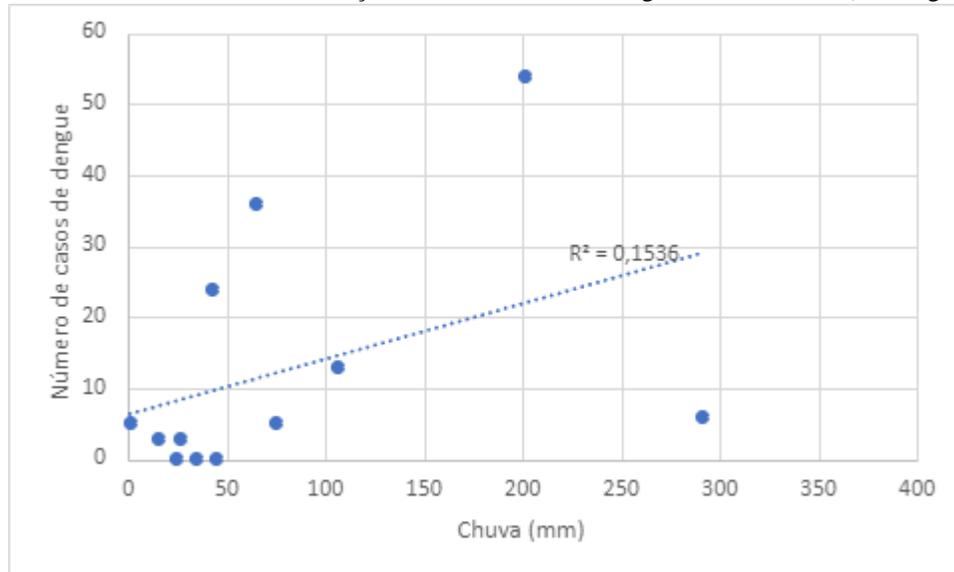
novamente sendo maior do que os valores sem e com a defasagem de um mês.

Gráfico 41 - Coeficiente de Determinação: Chuva x Casos de dengue em 2019/2020 (Defasagem 1)



Organização: Machida (2021)

Gráfico 42 - Coeficiente de Determinação: Chuva x Casos de dengue em 2019/2020 (Defasagem 2)

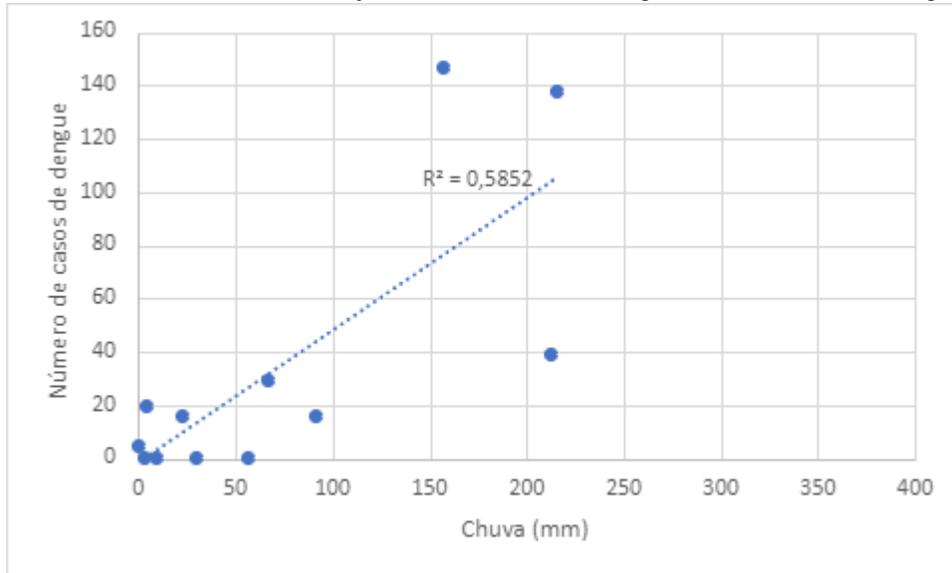


Organização: Machida (2021)

Em um novo aumento de notificações de dengue em relação ao período anterior, o ano 2020/2021 apresentou uma forte correlação entre precipitação pluviométrica e casos de dengue com  $R: 0,76$ , um considerável aumento em relação ao resultado obtido sem a defasagem. Este aumento se mostrou ainda mais considerável a partir de dois meses de

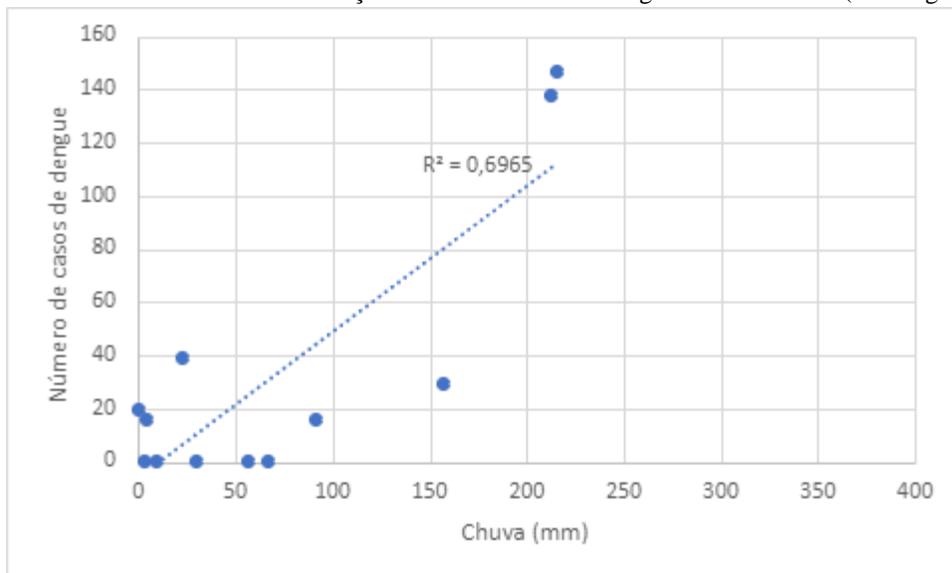
defasagem com o valor de R: 0,83, sendo o ano de 2020/2021 o único a apresentar correlação classificada como forte nos resultados de defasagem. Os valores de  $r^2$  também apresentaram classificações consideradas fortes, com o  $r^2$  para a defasagem de um mês sendo de 0,58 (Gráfico 43) e para dois meses sendo de 0,69 (Gráfico 44).

Gráfico 43 - Coeficiente de Determinação: Chuva x Casos de dengue em 2020/2021 (Defasagem 1)



Organização: Machida (2021)

Gráfico 44 - Coeficiente de Determinação: Chuva x Casos de dengue em 2020/2021 (Defasagem 2)

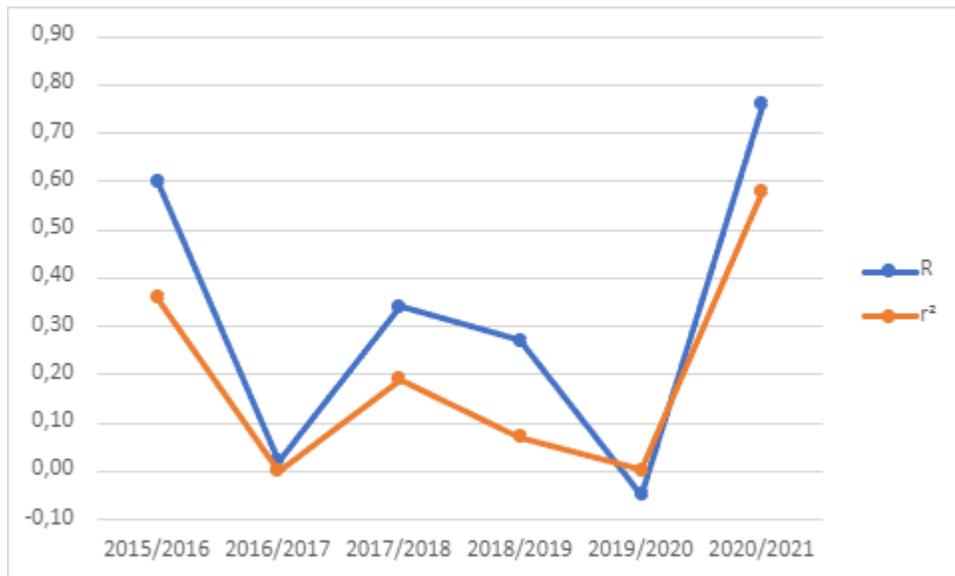


Organização: Machida (2021)

No geral, os resultados de defasagem da correlação entre a precipitação acumulada e os casos de dengue durante o período analisado variaram principalmente entre valores classificados

como médios ou fracos, com o período de 2015/2017 e 2020/2021 sendo os únicos a apresentarem resultados fortes durante a defasagem (1), e o ano de 2020/2021 apresentando valores fortes nas duas defasagem, assim como nos valores da determinante (Gráficos 45 e 46), sendo um possível indicador da influência da chuva nos casos de dengue ocorridos em meses posteriores as maiores precipitações neste determinado ano.

Gráfico 45 - Correlação e Determinante entre precipitação x número de casos de dengue (1 mês)



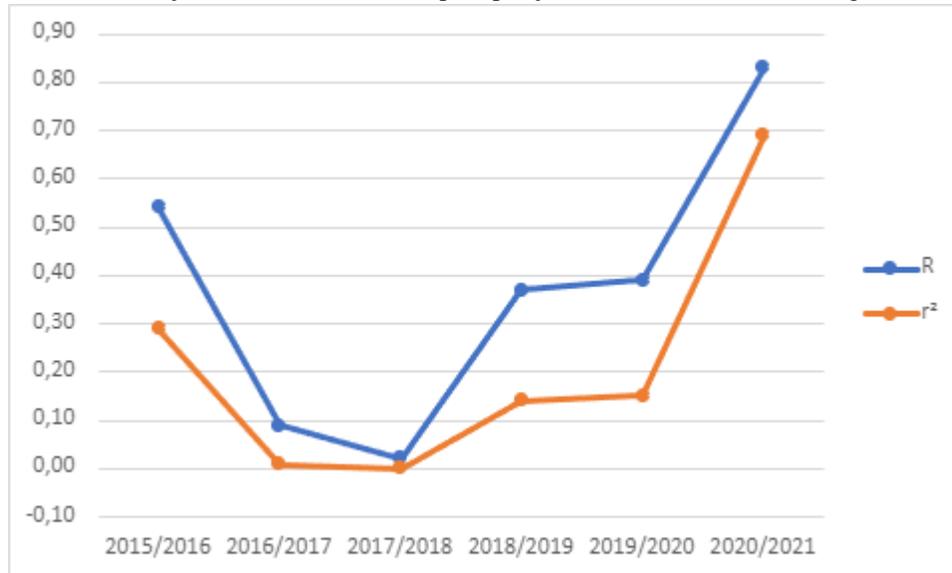
Organização: Machida (2022)

Quadro 5 - Classificação dos valores da Correlação e Determinante entre precipitação e casos de dengue (defasagem 1)

	<b>R</b>	<b>r<sup>2</sup></b>
<b>2015/2016</b>	0,60 (Forte)	0,36 (Forte)
<b>2016/2017</b>	0,02 (Fraco)	0,0006 (Fraco)
<b>2017/2018</b>	0,34 (Médio)	0,19 (Médio)
<b>2018/2019</b>	0,27 (Fraco)	0,07 (Fraco)
<b>2019/2020</b>	-0,05 (Fraco)	0,0032 (Fraco)
<b>2020/2021</b>	0,76 (Forte)	0,58 (Forte)

Organização: Machida (2022)

Gráfico 46 - Correlação e Determinante entre precipitação x número de casos de dengue (2 meses)



Organização: Machida (2022)

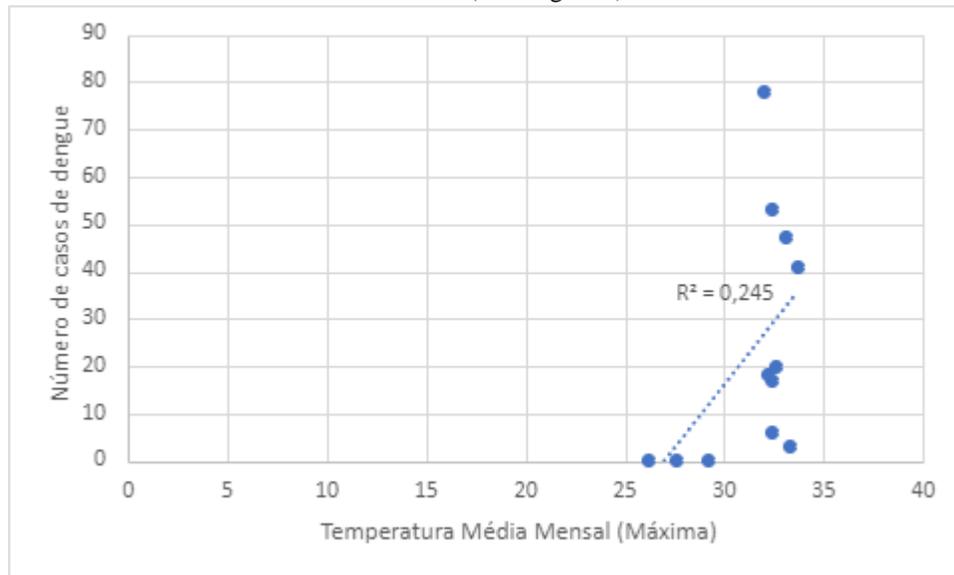
Quadro 6 - Classificação dos valores da Correlação e Determinante entre precipitação e casos de dengue (defasagem 2)

	<b>R</b>	<b>r<sup>2</sup></b>
<b>2015/2016</b>	0,54 (Médio)	0,29 (Médio)
<b>2016/2017</b>	0,09 (Fraco)	0,0088 (Fraco)
<b>2017/2018</b>	0,02 (Fraco)	0,0004 (Fraco)
<b>2018/2019</b>	0,37 (Médio)	0,14 (Médio)
<b>2019/2020</b>	0,39 (Médio)	0,15 (Médio)
<b>2020/2021</b>	0,83 (Forte)	0,69 (Forte)

Organização: Machida (2022)

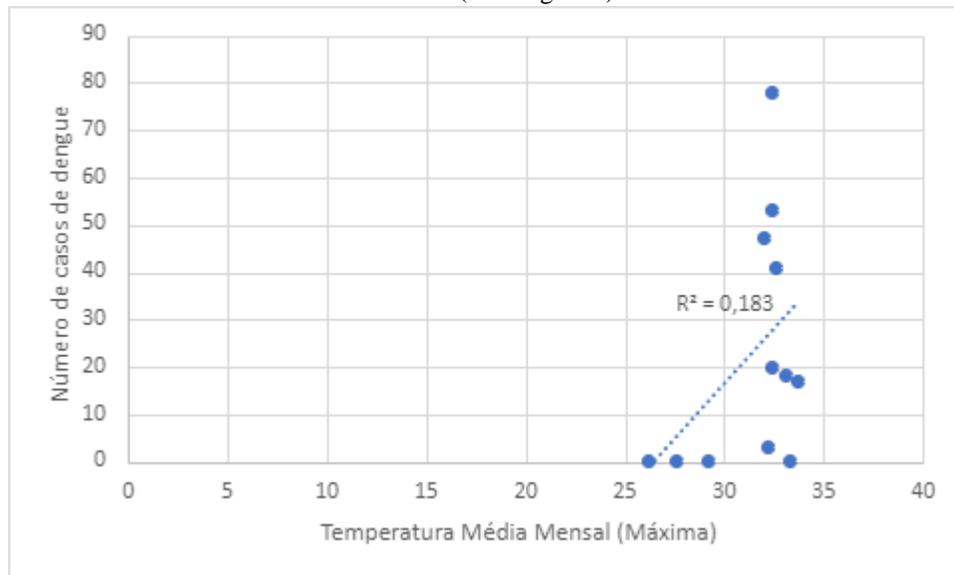
Com os dados de temperaturas médias máximas para o ano de 2015/2016, a defasagem (1) manteve a classificação média registrada sem a defasagem e apresentou quase o mesmo valor, sendo o resultado de R: 0,49 para a defasagem (1) em relação ao valor de R = 0,50 sem a defasagem. A partir de dois meses, o valor da correlação apresentou uma pequena queda com o resultado de 0,42, mantendo a classificação média e indicando uma maior estabilidade em relação à interação entre temperaturas máximas e o número de casos de dengue. Assim, como os dados de correlação, o valor da determinante com um mês de defasagem apresentou resultado quase idêntico ao encontrado anteriormente, sendo  $r^2$ : 0,24 (Gráfico 47) em comparação à  $r^2$ : 0,25 registrado sem a defasagem de um mês. O valor da determinante apresentou uma maior queda a partir de dois meses de defasagem, sendo classificado como médio e sendo de  $r^2$ : 0,18 (Gráfico 48).

Gráfico 47 - Coeficiente de Determinação: Temperatura Média Mensal (Máxima) x Casos de dengue em 2015/2016 (Defasagem 1)



Organização: Machida (2022)

Gráfico 48 - Coeficiente de Determinação: Temperatura Média Mensal (Máxima) x Casos de dengue em 2015/2016 (Defasagem 2)

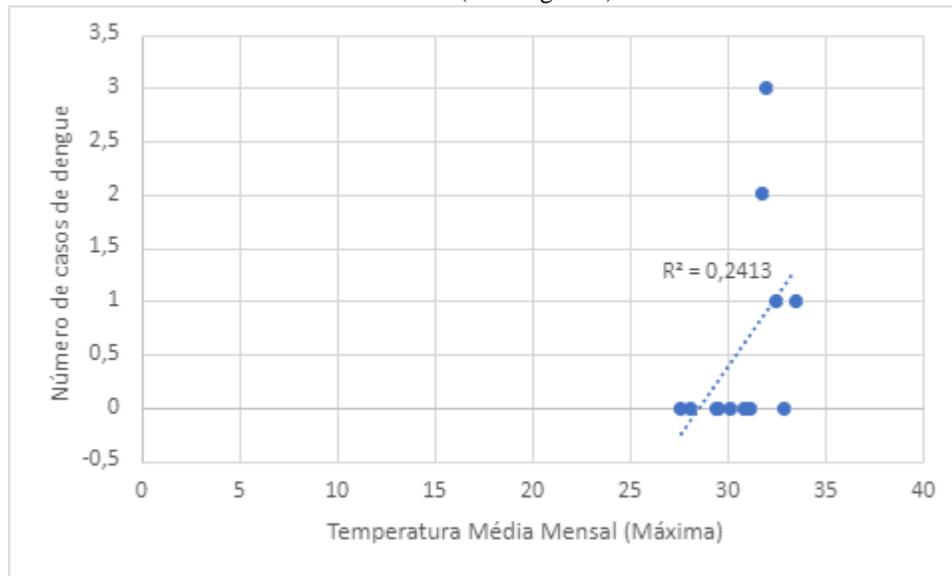


Organização: Machida (2022)

Em 2016/2017, o resultado da defasagem (1) teve classificação média de  $R = 0,49$ , apresentando uma queda significativa no mês seguinte, quando passou a ter classificação fraca

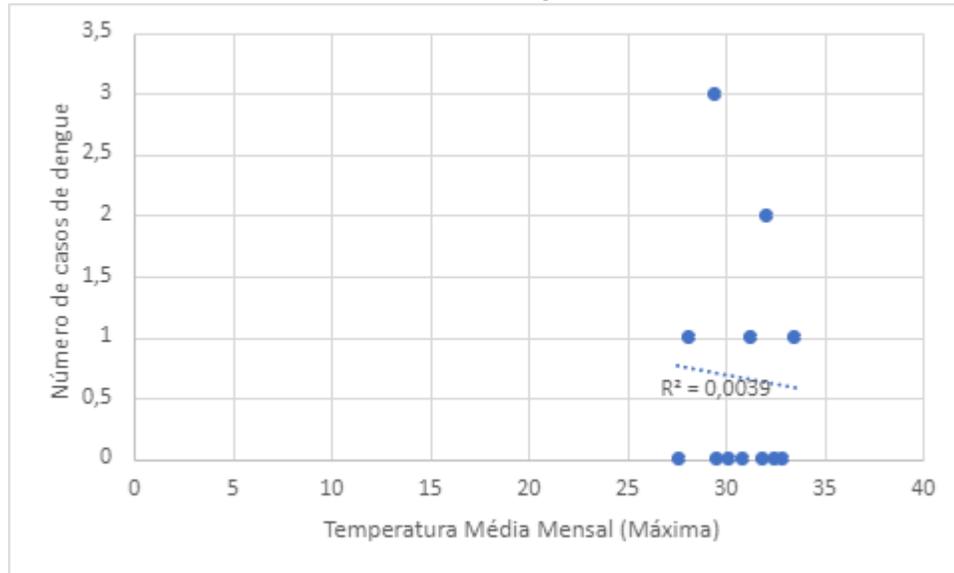
e negativa de R: -0,06. Em relação aos valores das determinantes, a defasagem (1) foi de  $r^2$ : 0,24 (Gráfico 49), enquanto a defasagem (2) apresentou valor de  $r^2$ : 0,04 (Gráfico 50) com linha de tendência negativa.

Gráfico 49 - Coeficiente de Determinação: Temperatura Média Mensal (Máxima) x Casos de dengue em 2016/2017 (Defasagem 1)



Organização: Machida (2022)

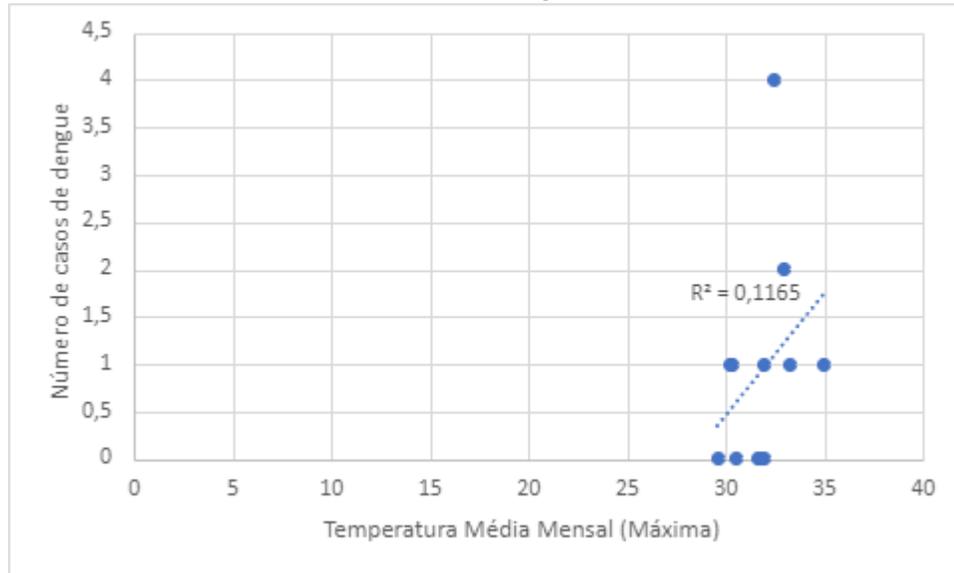
Gráfico 50 - Coeficiente de Determinação: Temperatura Média Mensal (Máxima) x Casos de dengue em 2016/2017 (Defasagem 2)



Organização: Machida (2022)

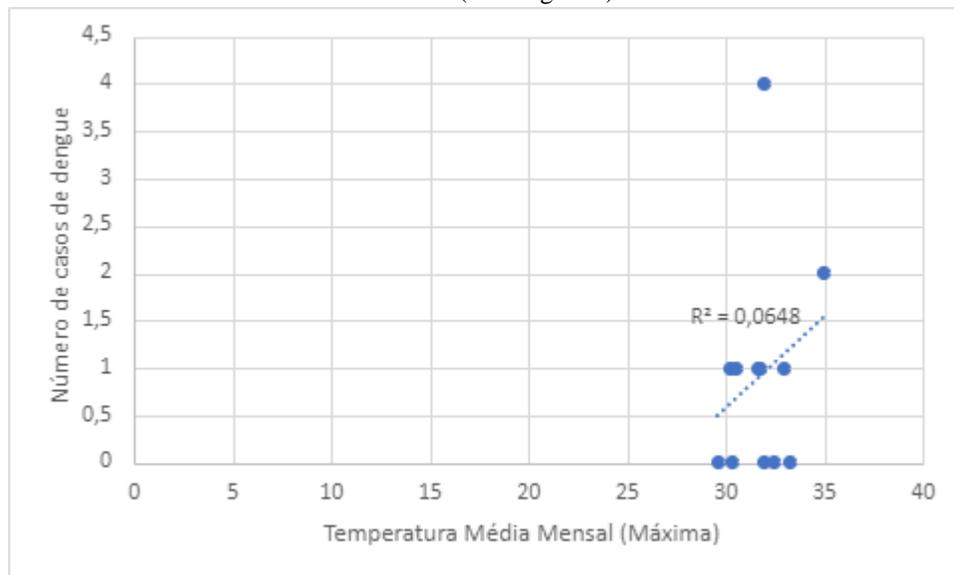
No ano de 2017/2018, a defasagem (1) teve resultado de  $R: 0,34$ , acima do resultado encontrado sem a defasagem e apresentando uma queda menor na defasagem (2) se comparado ao ano anterior, com resultado de  $R: 0,25$ . As determinantes acompanharam as mesmas classificações da correlação, com a defasagem (1) sendo de  $r^2: 0,11$  (Gráfico 51) e para a defasagem (2) sendo  $r^2: 0,06$  (Gráfico 52).

Gráfico 51 - Coeficiente de Determinação: Temperatura Média Mensal (Máxima) x Casos de dengue em 2017/2018 (Defasagem 1)



Organização: Machida (2022)

Gráfico 52 - Coeficiente de Determinação: Temperatura Média Mensal (Máxima) x Casos de dengue em 2017/2018 (Defasagem 2)

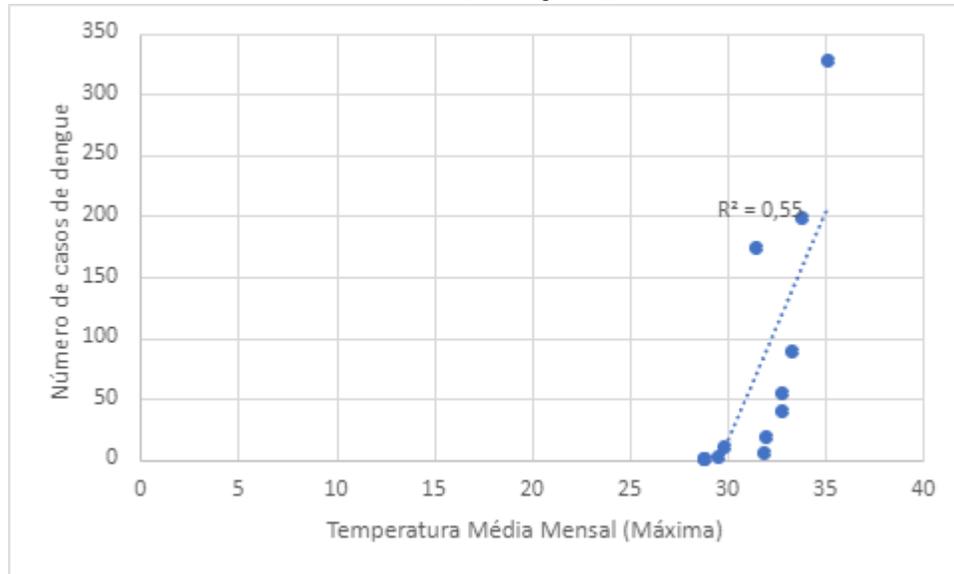


Organização: Machida (2022)

Durante o período com os maiores registros da doença, a defasagem (1) em 2018/2019 teve uma forte correlação entre temperaturas máximas e notificações de dengue com  $R: 0,74$ , diminuindo para uma classificação média de  $R: 0,52$  a partir da defasagem (2). As determinantes apresentaram valor de  $r^2: 0,55$  (Gráfico 53) para a defasagem (1) e  $r^2: 0,27$  (Gráfico 54) para a defasagem (2), acompanhando a mesma classificação encontrada nas

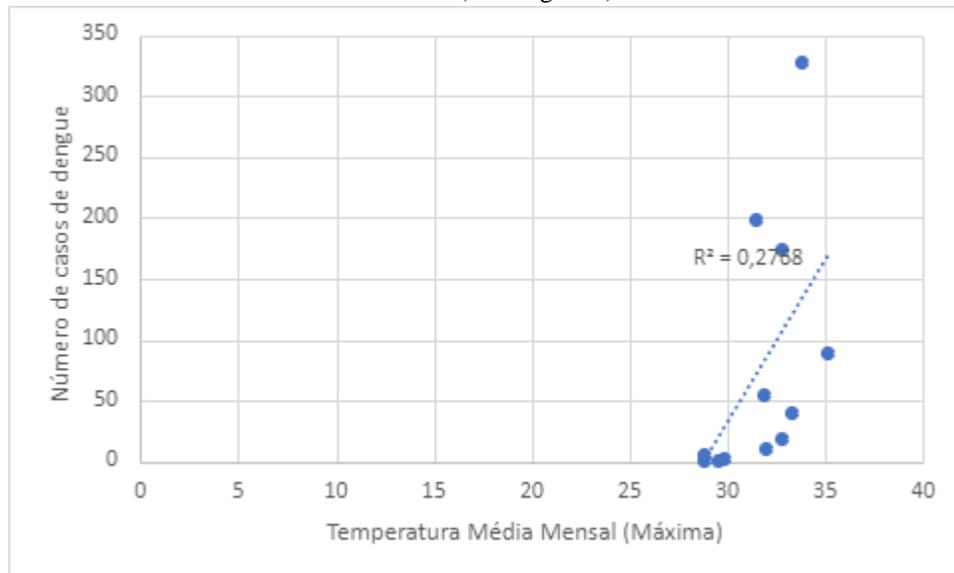
correlações. Ao todo, o resultado encontrado em a defasagem e com os períodos de defasagem posteriores apontam para as temperaturas máximas como um dos elementos do clima com maior contribuição para manter o ciclo do mosquito, que por sua vez tiveram possível reflexo no número de casos registrados no ano.

Gráfico 53 - Coeficiente de Determinação: Temperatura Média Mensal (Máxima) x Casos de dengue em 2018/2019 (Defasagem 1)



Organização: Machida (2022)

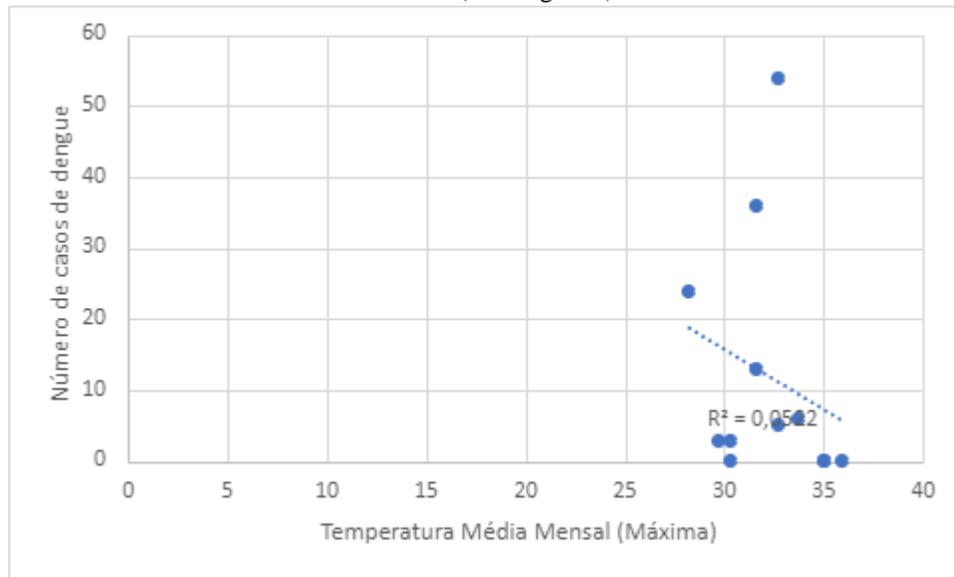
Gráfico 54 - Coeficiente de Determinação: Temperatura Média Mensal (Máxima) x Casos de dengue em 2018/2019 (Defasagem 2)



Organização: Machida (2022)

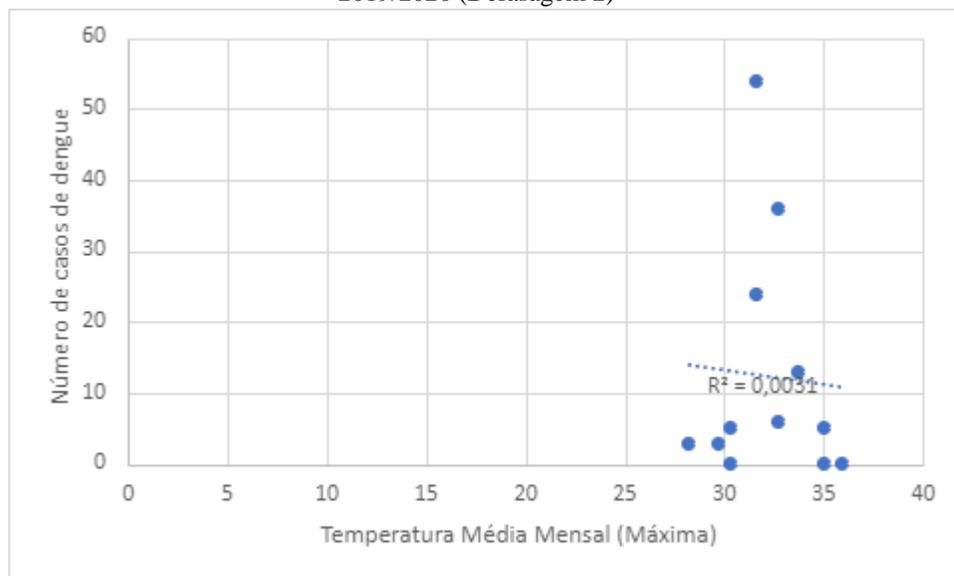
A defasagem (1) para o ano de 2019/2020 apresentou classificação fraca e valor negativo de  $R$ : -0,22, mantendo a mesma classificação e o valor negativo com a defasagem (2) com resultado de  $R$ : -0,05. Mantendo a mesma classificação fraca, os valores das determinantes foram de  $r^2$ : 0,05 (Gráfico 55) para a defasagem (1) e  $r^2$ : 0,003 (Gráfico 56) para a defasagem (2), com ambos os resultados apresentando linha de tendência negativa.

Gráfico 55 - Coeficiente de Determinação: Temperatura Média Mensal (Máxima) x Casos de dengue em 2019/2020 (Defasagem 1)



Organização: Machida (2022)

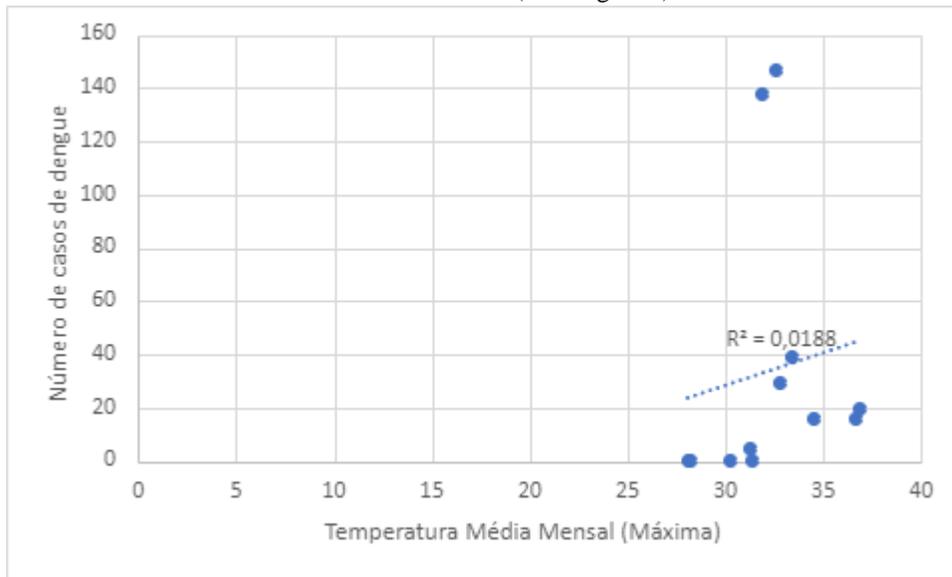
Gráfico 56 - Coeficiente de Determinação: Temperatura Média Mensal (Máxima) x Casos de dengue em 2019/2020 (Defasagem 2)



Organização: Machida (2022)

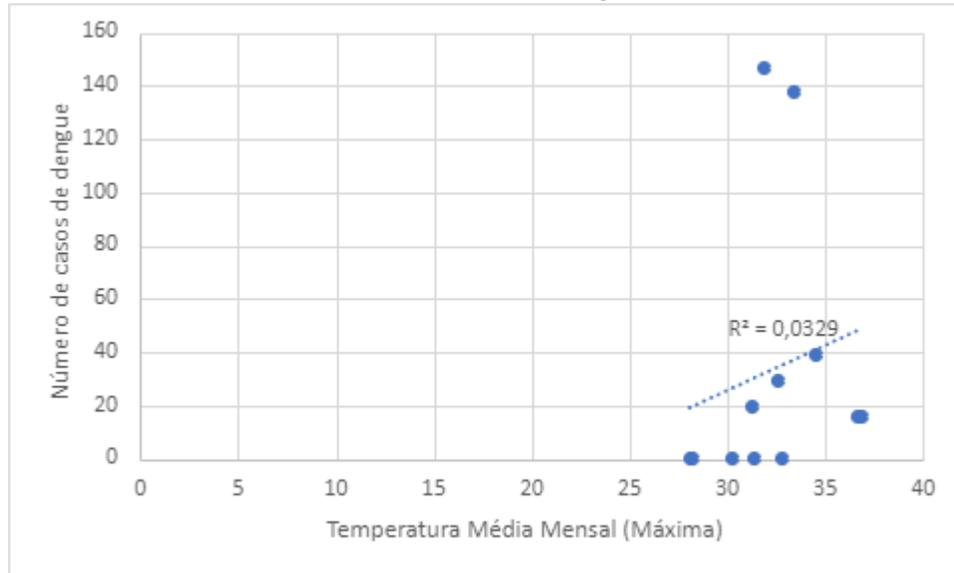
O período de 2020/2021 teve valores considerados fracos nos dois resultados obtidos, sendo  $R: 0,13$  para a defasagem (1) e um pequeno aumento para  $R: 0,18$  a partir da defasagem (2), sendo estes resultados um pouco acima do registrado no período sem a defasagem. A mesma classificação foi obtida nos resultados das determinantes, com  $r^2: 0,01$  (Gráfico 57) para a defasagem (1) e  $r^2: 0,03$  (Gráfico 58) na defasagem (2).

Gráfico 57 - Coeficiente de Determinação: Temperatura Média Mensal (Máxima) x Casos de dengue em 2020/2021 (Defasagem 1)



Organização: Machida (2022)

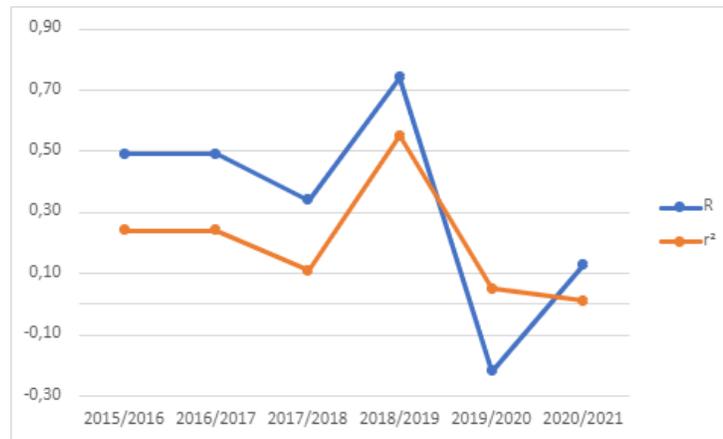
Gráfico 58 - Coeficiente de Determinação: Temperatura Média Mensal (Máxima) x Casos de dengue em 2020/2021 (Defasagem 2)



Organização: Machida (2022)

A partir dos resultados obtidos, é possível observar que os resultados da defasagem (1) (Gráfico 59) entre as temperaturas máximas e o número de casos de dengue apresentaram valores acima da classificação média entre os anos de 2015/2016 a 2018/2019, destacando-se o ano de 2018/2019 por apresentar valor de correlação classificado como forte. Posteriormente, observou-se uma queda nos anos hidrológicos de 2019/2020 e 2020/2021 que apresentaram resultados classificados como fracos. Já os resultados com a defasagem (2) (Gráfico 60) oscilaram entre médio e fracos, com o maior valor novamente sendo registrado em 2018/2019. Juntamente, as determinantes apresentaram comportamento semelhante às correlações em quase todas as defasagens (1) e (2), apresentando pequenas variações pontuais.

Gráfico 59 - Defasagem e Determinante entre temperatura máxima x número de casos de dengue (1 mês)



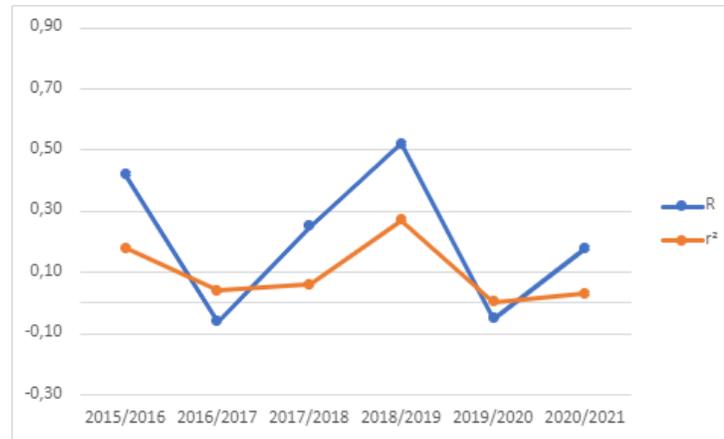
Organização: Machida (2022)

Quadro 7 - Classificação dos valores da Correlação e Determinante entre temperatura máxima e casos de dengue (defasagem 1)

	<b>R</b>	<b>r<sup>2</sup></b>
<b>2015/2016</b>	0,49 (Médio)	0,24 (Médio)
<b>2016/2017</b>	0,49 (Médio)	0,24 (Médio)
<b>2017/2018</b>	0,34 (Médio)	0,11 (Médio)
<b>2018/2019</b>	0,74 (Forte)	0,55 (Forte)
<b>2019/2020</b>	-0,22 (Fraco)	0,05 (Fraco)
<b>2020/2021</b>	0,13 (Fraco)	0,01 (Fraco)

Organização: Machida (2022)

Gráfico 60 - Defasagem e Determinante entre temperatura máxima x número de casos de dengue (2 meses)



Organização: Machida (2022)

Quadro 8 - Classificação dos valores da Correlação e Determinante entre temperatura máxima e casos de dengue (defasagem 2)

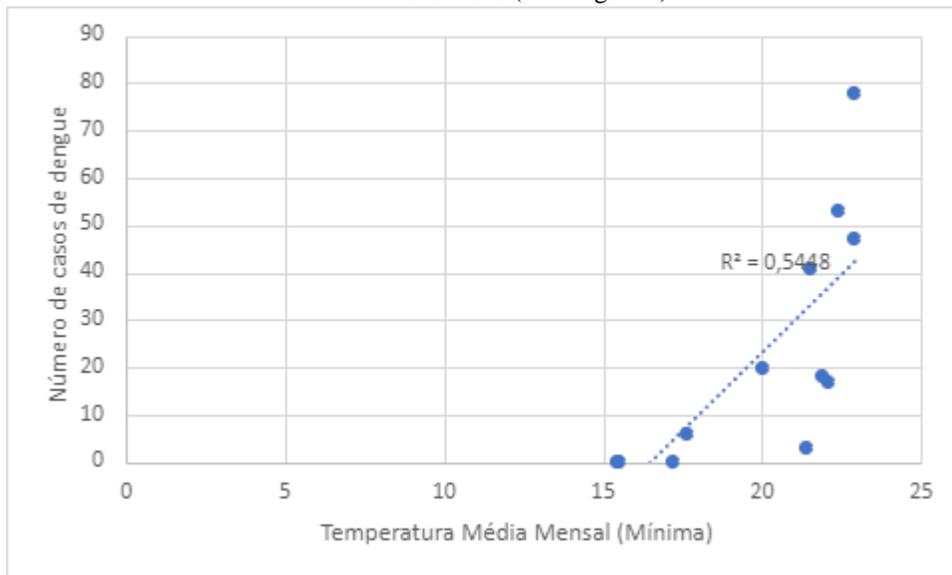
	<b>R</b>	<b>r<sup>2</sup></b>
<b>2015/2016</b>	0,42 (Médio)	0,18 (Médio)
<b>2016/2017</b>	-0,06 (Fraco)	0,04 (Fraco)
<b>2017/2018</b>	0,25 (Fraco)	0,06 (Fraco)
<b>2018/2019</b>	0,52 (Médio)	0,27 (Médio)
<b>2019/2020</b>	-0,05 (Fraco)	0,003 (Fraco)
<b>2020/2021</b>	0,18 (Fraco)	0,03 (Fraco)

Organização: Machida (2022)

Apresentando um resultado classificado como forte sem o período de defasagem, a correlação entre as temperaturas médias mínimas e os casos de dengue apresentou uma ligeira queda a partir da defasagem (1), com a classificação da correlação sendo considerada forte no valor de R: 0,74, próximo ao obtido no cálculo sem o período de defasagem. A partir de dois meses, observa-se nova queda no valor da correlação, que passou a ter classificação média com o resultado de R: 0,55. Acompanhando o resultado de correlação no primeiro mês de defasagem, a correlação de determinação apresentou um valor próximo ao registrado no cálculo sem defasagem, com o resultado de r<sup>2</sup>: 0,54 (Gráfico 61) indicando que

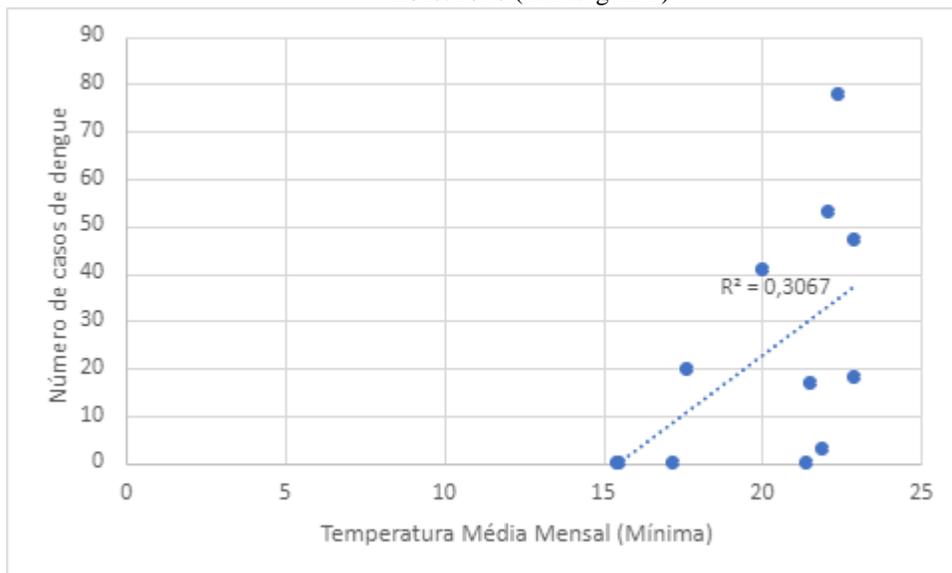
aproximadamente 54% da variabilidade nos casos de dengue podem ser influenciados pela variação das temperaturas médias mínimas. O mesmo ocorreu a partir da defasagem de dois meses, onde o valor da determinante apresentou uma queda se comparado aos valores anteriores, sendo o resultado de  $r^2$ : 0,31 (Gráfico 62), classificado como uma determinante média.

Gráfico 61 - Coeficiente de Determinação: Temperatura Média Mensal (Mínima) x Casos de dengue em 2015/2016 (Defasagem 1)



Organização: Machida (2022)

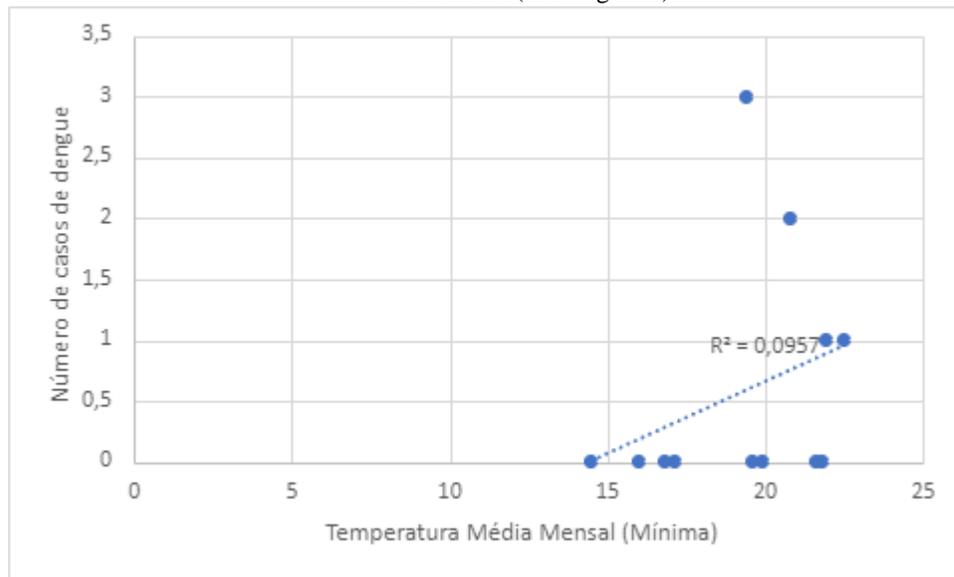
Gráfico 62 - Coeficiente de Determinação: Temperatura Média Mensal (Mínima) x Casos de dengue em 2015/2016 (Defasagem 2)



Organização: Machida (2022)

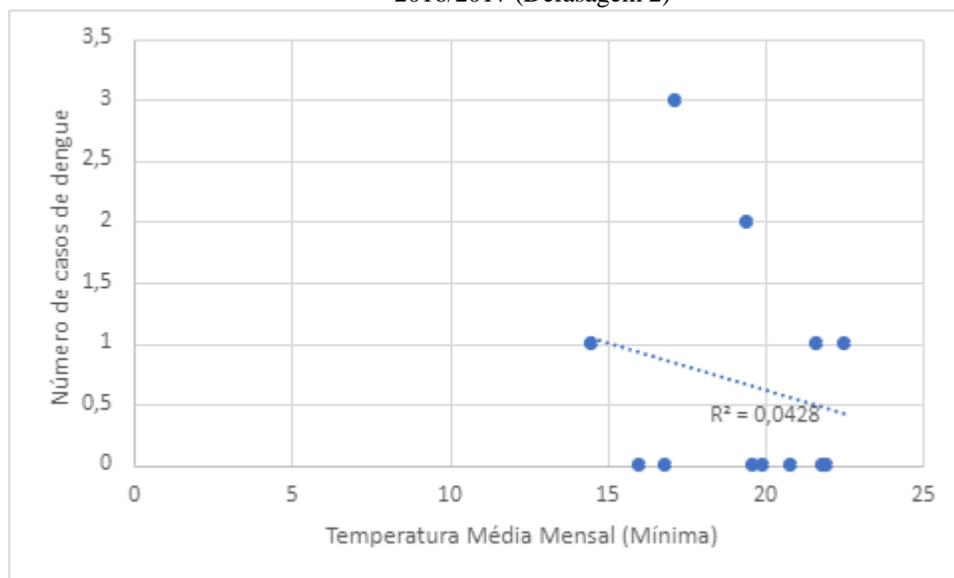
A defasagem (1) para o ano de 2016/2017, período que apresentou forte queda no número de casos, teve classificação média e um pouco abaixo do registrado sem a defasagem com o valor de  $R: 0,30$ , ocorrendo uma queda mais significativa a partir da defasagem (2) que obteve resultado negativo de  $R: -0,20$ . Para as determinantes, a defasagem (1) teve resultado fraco de  $r^2: 0,09$  (Gráfico 63) se comparado a classificação média da correlação, com o resultado da defasagem (2) apresentando tendência negativa de  $r^2: 0,04$  (Gráfico 64).

Gráfico 63 - Coeficiente de Determinação: Temperatura Média Mensal (Mínima) x Casos de dengue em 2016/2017 (Defasagem 1)



Organização: Machida (2022)

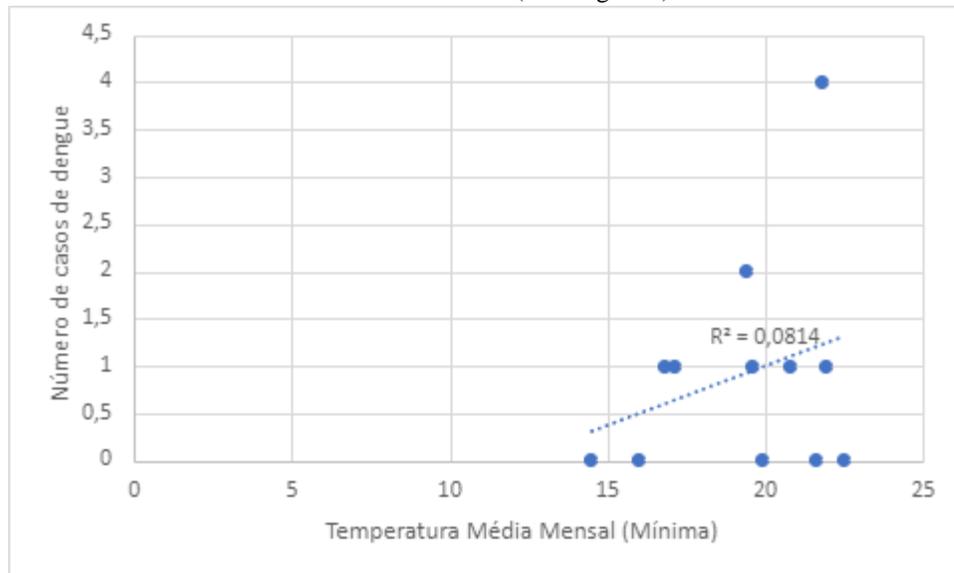
Gráfico 64 - Coeficiente de Determinação: Temperatura Média Mensal (Mínima) x Casos de dengue em 2016/2017 (Defasagem 2)



Organização: Machida (2022)

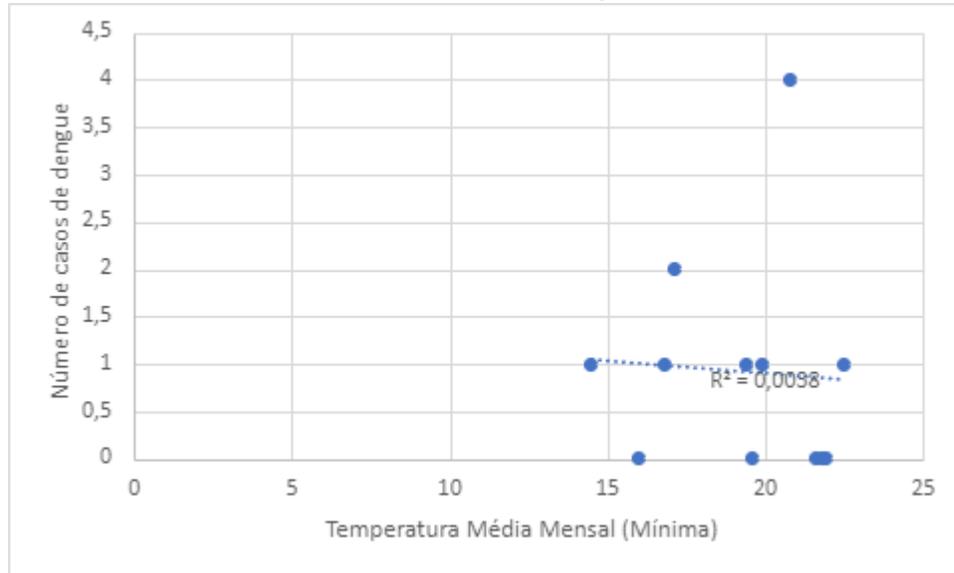
No ano seguinte, em 2017/2018, que também apresentou um baixo número de casos notificados e confirmados de dengue, apresentou queda no valor da correlação para a defasagem (1) quando comparado ao resultado sem defasagem, sendo classificado como fraco com  $R: 0,28$ . A partir da defasagem (2), observou-se nova queda com a correlação sendo classificada como fraca e negativa, no valor de  $R: -0,007$ . As determinantes apresentaram valores semelhantes aos da correlação, com a defasagem (1) sendo de  $r^2: 0,08$  (Gráfico 65), classificada como fraca, e a defasagem (2) sendo de  $r^2: 0,003$  (Gráfico 66) com linha de tendência negativa.

Gráfico 65 - Coeficiente de Determinação: Temperatura Média Mensal (Mínima) x Casos de dengue em 2017/2018 (Defasagem 1)



Organização: Machida (2022)

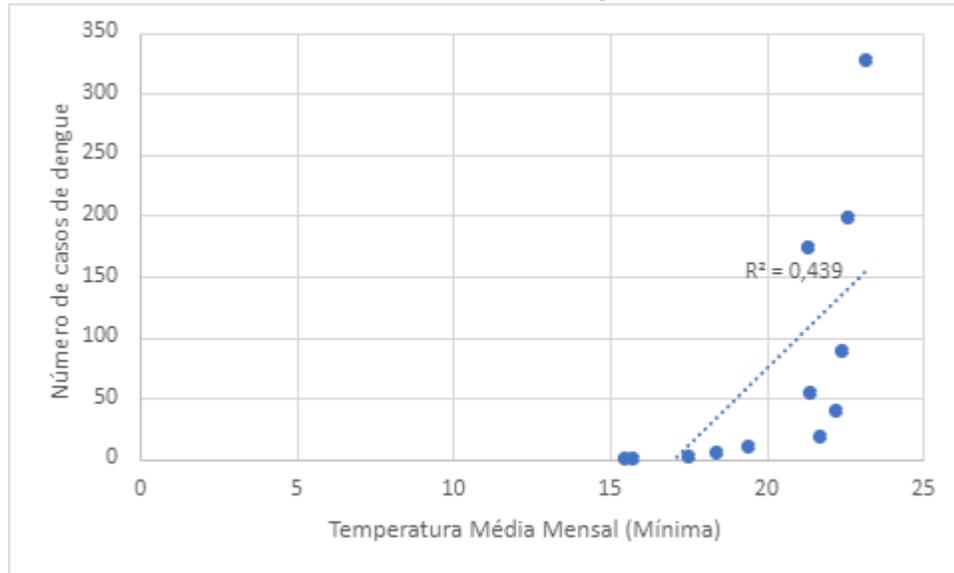
Gráfico 66 - Coeficiente de Determinação: Temperatura Média Mensal (Mínima) x Casos de dengue em 2017/2018 (Defasagem 2)



Organização: Machida (2022)

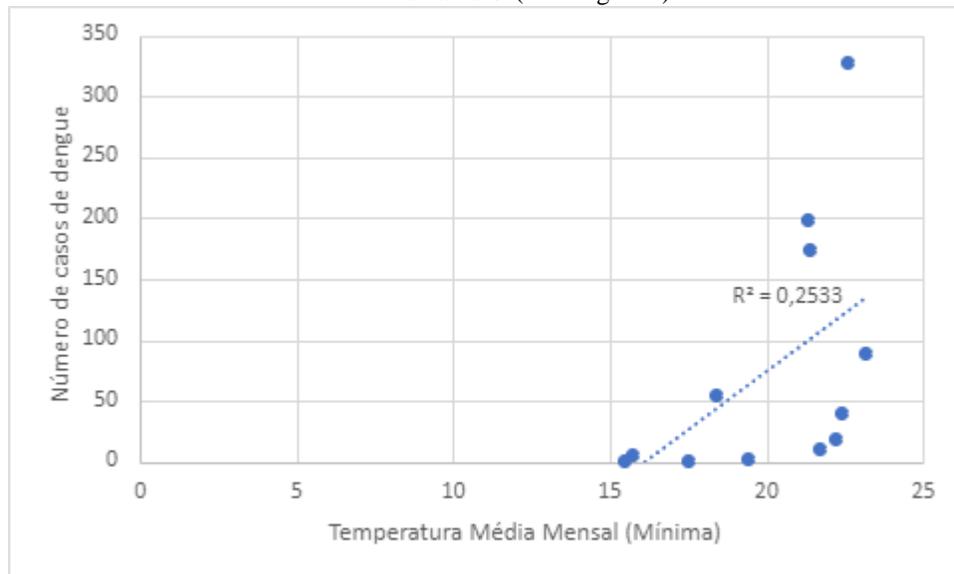
O valor da defasagem (1) voltou a ter classificação forte no ano de 2018/2019 com o resultado de  $R: 0,66$ , coincidindo com o aumento do número de casos que ocorreu neste período e sendo o mesmo resultado obtido anteriormente sem a defasagem, diminuindo para  $R: 0,55$  a partir da defasagem (2) com classificação média. Novamente as determinantes apresentaram valores e comportamento similares às da correlação, sendo  $r^2: 0,43$  (Gráfico 67) para a defasagem (1) e  $r^2: 0,25$  (Gráfico 68) para a defasagem (2), classificados como forte e médio respectivamente, e com o valor para o  $r^2$  sendo o mesmo para o cálculo sem defasagem e de defasagem (1).

Gráfico 67 - Coeficiente de Determinação: Temperatura Média Mensal (Mínima) x Casos de dengue em 2018/2019 (Defasagem 1)



Organização: Machida (2022)

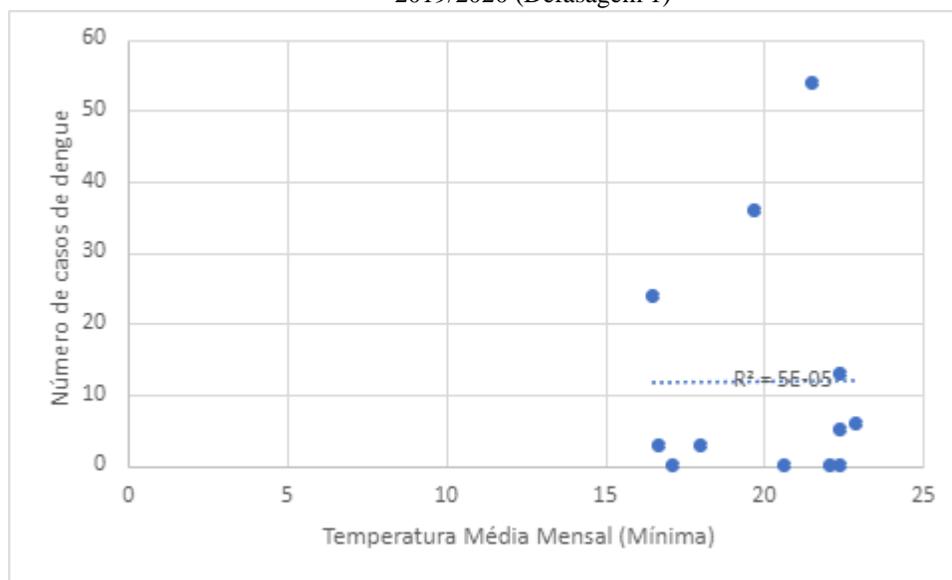
Gráfico 68 - Coeficiente de Determinação: Temperatura Média Mensal (Mínima) x Casos de dengue em 2018/2019 (Defasagem 2)



Organização: Machida (2022)

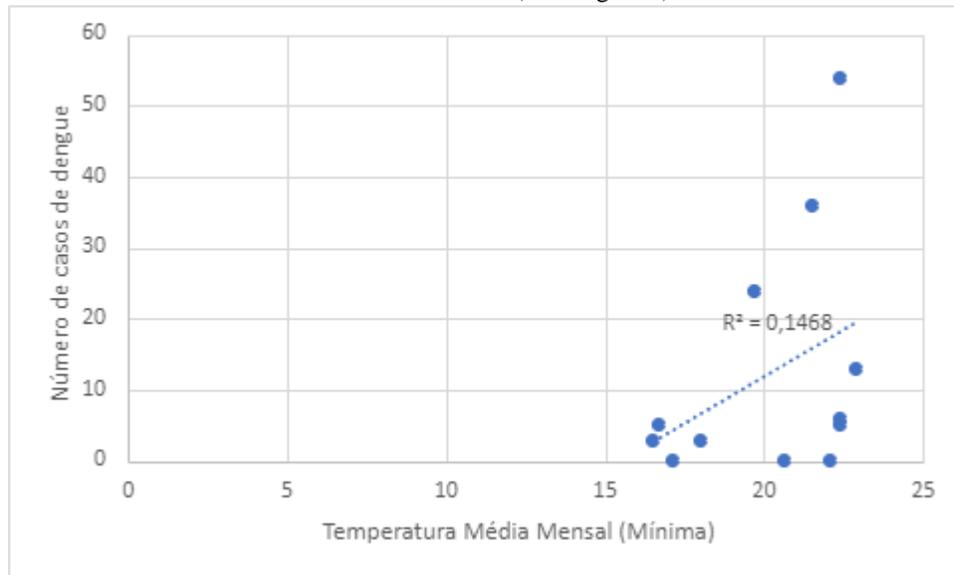
Após registrar uma correlação negativa no cálculo sem defasagem, o valor obtido para a defasagem (1) no ano hidrológico de 2019/2020 foi classificado como fraco, sendo de  $R: 0,006$ , aumentando para uma classificação média durante a defasagem (2) com  $R: 0,38$ . O resultado obtido para a determinante na defasagem (1) foi fraco e próximo de 0, sendo de  $r^2: 0.00005$  (5E-05) (Gráfico 69), enquanto o resultado para a defasagem (2) teve classificação média de  $r^2: 0,14$  (Gráfico 70).

Gráfico 69 - Coeficiente de Determinação: Temperatura Média Mensal (Mínima) x Casos de dengue em 2019/2020 (Defasagem 1)



Organização: Machida (2022)

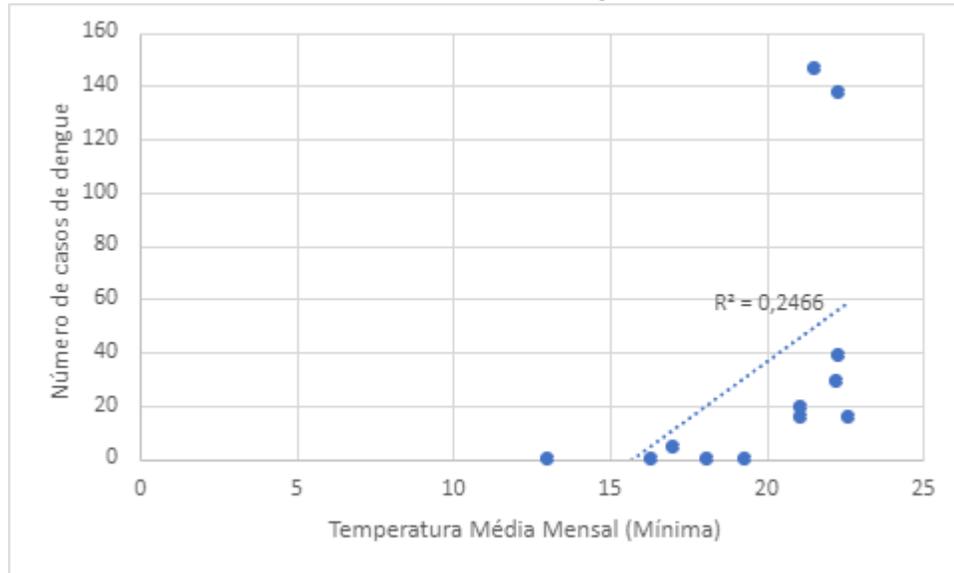
Gráfico 70 - Coeficiente de Determinação: Temperatura Média Mensal (Mínima) x Casos de dengue em 2019/2020 (Defasagem 2)



Organização: Machida (2022)

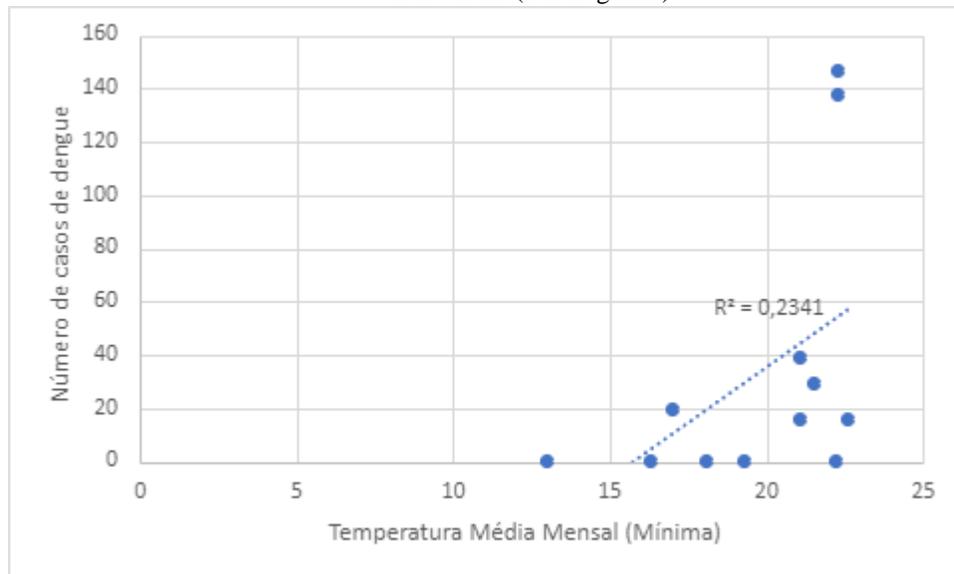
No último ano hidrológico analisado, observou-se a manutenção da correlação entre temperaturas mínimas e o número de casos de dengue na defasagem (1) se comparado ao cálculo sem defasagem do ano de 2020/2021, mantendo uma classificação média de R: 0,49, valor semelhante ao obtido com a defasagem (2) que apresentou uma pequena queda para R: 0,48. As determinantes apresentaram desempenho semelhante no mesmo período com valores classificados como médios e bem próximos entre as defasagens, com a defasagem (1) sendo de  $r^2$ : 0,24 (Gráfico 71) e a defasagem (2) sendo de  $r^2$ : 0,23 (Gráfico 72).

Gráfico 71 - Coeficiente de Determinação: Temperatura Média Mensal (Mínima) x Casos de dengue em 2020/2021 (Defasagem 1)



Organização: Machida (2022)

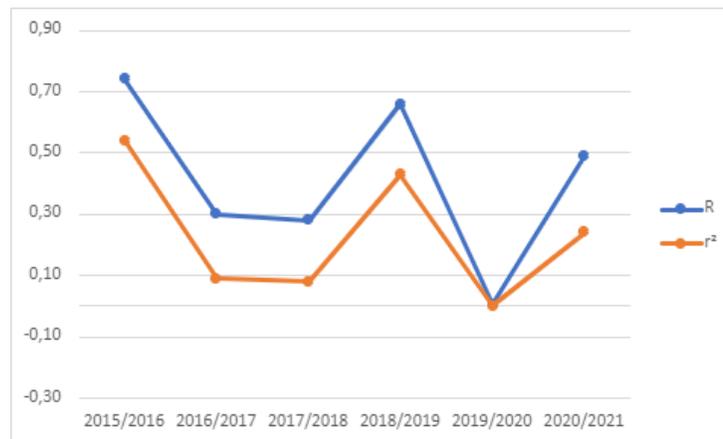
Gráfico 72 - Coeficiente de Determinação: Temperatura Média Mensal (Mínima) x Casos de dengue em 2020/2021 (Defasagem 2)



Organização: Machida (2022)

Em um primeiro momento, os resultados obtidos da defasagem (1) (Gráfico 73) e defasagem (2) (Gráfico 74) entre as temperaturas mínimas e o número de casos de dengue podem parecer instáveis durante o período analisado, observando-se diminuições e aumentos nos valores obtidos tanto de correlação quanto das determinantes. Porém, os valores de defasagens para as temperaturas mínimas mantiveram valores médios ou fortes nos anos em que ocorreram os maiores números de casos de dengue (2015/2016, 2018/2019, e 2020/2021), o que, em conjunto com os dados obtidos no período sem defasagem, indica a necessidade de temperaturas mínimas adequadas para o ciclo de vida do mosquito e para a sua atividade.

Gráfico 73 - Defasagem e Determinante entre temperatura mínima x número de casos de dengue (1 mês)



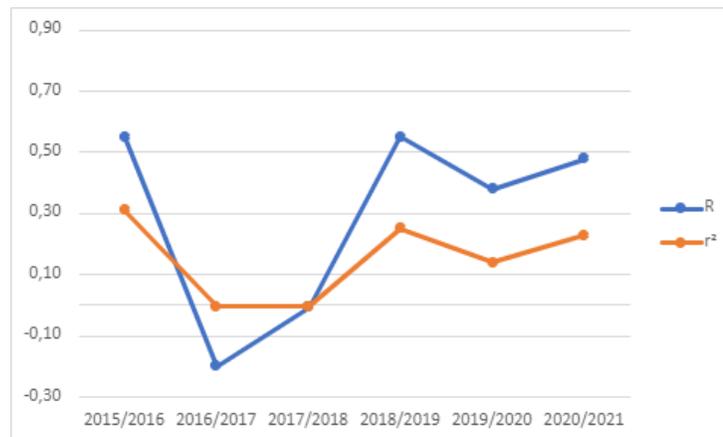
Organização: Machida (2022)

Quadro 8 - Classificação dos valores da Correlação e Determinante entre temperatura mínima e casos de dengue (defasagem 1)

	<b>R</b>	<b>r<sup>2</sup></b>
<b>2015/2016</b>	0,74 (Forte)	0,54 (Forte)
<b>2016/2017</b>	0,3 (Fraco)	0,09 (Fraco)
<b>2017/2018</b>	0,28 (Fraco)	0,08 (Fraco)
<b>2018/2019</b>	0,66 (Forte)	0,43 (Forte)
<b>2019/2020</b>	0,006 (Fraco)	0,00005 (Fraco)
<b>2020/2021</b>	0,49 (Médio)	0,24 (Médio)

Organização: Machida (2022)

Gráfico 74 - Defasagem e Determinante entre temperaturas mínimas x número de casos de dengue (2 meses)



Organização: Machida (2022)

Quadro 8 - Classificação dos valores da Correlação e Determinante entre temperatura mínima e casos de dengue (defasagem 1)

	<b>R</b>	<b>r<sup>2</sup></b>
<b>2015/2016</b>	0,55 (Médio)	0,31 (Médio)
<b>2016/2017</b>	-0,2 (Fraco)	-0,004 (Fraco)
<b>2017/2018</b>	-0,007 (Fraco)	-0,003 (Fraco)
<b>2018/2019</b>	0,55 (Médio)	0,25 (Médio)
<b>2019/2020</b>	0,38 (Médio)	0,14 (Médio)
<b>2020/2021</b>	0,48 (Médio)	0,23 (Médio)

Com exceção para a determinante entre acumulado pluviométrico e número de casos de dengue na defasagem (1) em 2018/2019 e a temperatura máxima em 2020/2021, os três elementos do clima (chuva, temperaturas máximas e temperaturas mínimas) analisados apresentaram correlação e determinantes classificados como médio ou forte nos três anos de maior número de casos de dengue notificados, indicando que apresentaram influência durante as defasagens e a necessidade de serem monitoradas durante surtos da doença para auxiliar em políticas públicas de combate ao vetor por um maior período de tempo, a fim de impedir a propagação do mosquito durante os meses de defasagem.

Na análise da defasagem entre os elementos climáticos e os casos de dengue, o ano de 2015/2016 teve destaque por não apresentar resultados classificados como fraco, mantendo classificação similar aos resultados obtidos anteriormente com a exceção de quedas a partir da defasagem (2) para a precipitação e a temperatura mínima, que ainda mantiveram classificação média.

A defasagem (1) para o ano de 2018/2019 teve resultado fraco para a precipitação e forte tanto para a temperatura máxima quanto a temperatura mínima, observando-se a partir da defasagem (2) um aumento de resultado para a correlação entre chuva e casos de dengue, que passou a ser classificada como média, sendo um possível indício da permanência de criadouros nos meses posteriores as concentrações de chuva. Para as temperaturas, observou-se queda para as máximas e mínimas, que passaram a ter correlação classificadas como média.

Apesar de possuir o menor acumulado pluviométrico entre os anos hidrológicos

estudados, o ano de 2020/2021 registrou valores fortes na defasagem entre a correlação de chuva e casos de dengue, observando-se aumento entre a defasagem (1) e defasagem (2), indicando maior influência da chuva durante os meses seguintes aos maiores acumulados de chuva, principalmente quando comparado ao resultado sem defasagem que obteve classificação média. O resultado obtido para a temperatura máxima teve classificação fraca para as duas defasagens, enquanto a temperatura mínima obteve resultados classificados como médio em ambas, sendo este o único elemento do clima a não apresentar valores classificados como fraco nos três anos hidrológicos de maior incidência da doença.

## **8. SÍNTESE DAS CARACTERÍSTICAS DOS ANOS COM MAIORES REGISTROS DE DENGUE**

No ano de 2015, os casos de dengue foram concentrados principalmente entre os meses de fevereiro a maio, com o pico de notificações ocorrendo juntamente ao mês de março, que apresentou o maior acumulado de precipitação, com queda ocorrendo a partir da metade do ano, acompanhando a diminuição das chuvas ocorridas entre a metade do outono e os meses de inverno. Ao observar as características do ano-padrão, 2015 foi classificado como um ano muito chuvoso, registrando o maior total anual de precipitação durante o período de 2012 a 2021, com chuvas bem distribuídas, com o registro de apenas três meses classificados como muito secos e um como seco. Utilizando-se o ano hidrológico de 2015/2016, constatou-se que, sem o período de defasagem, houve forte correlação e determinante entre os casos de dengue e a precipitação, com diminuição para classificação média a partir da defasagem (1) e defasagem (2). Para as temperaturas, a correlação foi classificada como média para as temperaturas máximas e se manteve com a mesma classificação durante os meses de defasagem, enquanto a correlação das temperaturas mínimas teve classificação considerada forte para o período sem e de defasagem (1), enfraquecendo para a classificação média a partir da defasagem (2).

O ano de 2019 foi marcado pela maior crise de dengue registrada no município de Pereira Barreto, com casos concentrados nos três primeiros meses, e sendo influenciados pelo aumento de notificações que teve início nos últimos dois meses de 2018, com pico de notificações da doença ocorrendo em conjunto com o mês de maior precipitação, o mês de fevereiro, e sendo este o com elevado acumulado de chuva durante a estação de verão. Como característica de ano-padrão, 2019 foi um ano considerado seco, possuindo o segundo menor acumulado de chuva durante o período analisado, e tendo como destaque a maior sequência contínua de meses secos e muito secos com oito meses seguidos, sendo fevereiro e dezembro os únicos meses classificados como chuvosos e novembro sendo classificado como normal, totalizando seis meses secos e três meses muito secos. A correlação registrada entre a precipitação e os casos de dengue teve resultado fraco durante o período sem defasagem, sendo o mesmo resultado para a defasagem (1) e aumentando para médio na defasagem (2), indicando possível acúmulo de água em forma de criadouros que possam ter influenciado no

ciclo do mosquito e número de casos. A temperatura máxima teve correlação forte com os casos de dengue no cálculo sem defasagem, mantendo a mesma classificação com a defasagem (1) e diminuindo para uma classificação média na defasagem (2), enquanto a correlação com a temperatura mínima obteve resultado inicial forte, diminuindo para médio a partir das defasagens (1) e (2). Com os resultados obtidos, observa-se uma possível influência das temperaturas, em especial das médias máximas, no número de casos de dengue, principalmente quando comparado aos resultados obtidos no cálculo de correlação com a precipitação e no baixo acumulado de chuvas durante o ano hidrológico de 2018/2019, sendo indicativo para a necessidade de um futuro estudo com anos-padrão concentrados na temperatura do ar.

Assim como observado nos dois anos anteriores, os casos de dengue em 2021 foram concentrados nos primeiros meses, entre o verão e as primeiras semanas do outono, com o pico das notificações ocorrendo porém em um mês de baixa precipitação. Semelhante ao ano de 2019, o ano-padrão de 2021 foi classificado como seco, registrando sete meses seguidos de baixa precipitação, com um total de três meses secos e quatro meses muito secos que ocorreram entre os meses de março a setembro. No cálculo de correlação, o resultado obtido entre a precipitação e os casos de dengue sem defasagem foi classificado como médio, sendo observado um aumento a partir da defasagem (1) e principalmente na defasagem (2), com ambos apresentando resultados classificados como fortes. Para as temperaturas máximas, tanto o resultado sem defasagem quanto os resultados de defasagem (1) e (2) foram classificados como fracos, enquanto a correlação com as temperaturas mínimas se mantiveram com classificação média sem defasagem e com as defasagens (1) e (2).

Quando observados os três anos com os maiores casos de dengue registrados, o ano de 2015 se destacou pelo alto acumulado pluviométrico e chuvas bem distribuídas durante boa parte do ano, influenciando para uma alta influência dos elementos climáticos nas notificações da doença que pode ser observado nos valores de correlação obtidos. Em contraste, os anos de 2019 e 2021 apresentaram características semelhantes na análise de ano-padrão, com ambos sendo classificados como secos e com longos períodos contínuos de meses secos e muito secos. Esta semelhança, porém, deixa de ocorrer quando analisados os resultados de correlação de ambos os anos: enquanto o ano de 2019 apresentou uma forte correlação entre as temperaturas com os casos de dengue, em especial as temperaturas máximas, o ano de 2021

registrou uma forte correlação entre as chuvas e os casos da doença, mesmo com os baixos acumulados pluviométricos registrados. A característica que se manteve semelhante nos três anos foram os resultados de correlação entre as temperaturas médias mínimas e os casos de dengue, o que demonstrou a necessidade de uma temperatura mínima adequada tanto para o ciclo de vida do mosquito *Aedes aegypti*, quanto para sua atividade e por consequência o ciclo da dengue.

## 9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante o estudo sobre a dengue e sua relação com diferentes elementos climáticos, no município de Pereira Barreto, que analisou o período de 2015 a 2021, observou-se três principais crises da doença que ocorreram nos anos de 2015, 2019 e 2021, assim como períodos de baixos registros da doença, sendo o principal exemplo o ano de 2017. Dos elementos climáticos, foram utilizados a precipitação pluviométrica, as temperaturas máximas e temperaturas mínimas neste estudo.

Com o uso de gráficos para a análise de precipitação x casos de dengue servindo como um primeiro olhar para o comportamento da doença em relação a chuva, foi possível identificar que os casos foram concentrados principalmente durante os meses de verão, coincidindo com meses que registraram os maiores volumes de precipitação pluviométrica. Em outro ponto observado, apesar da concentração dos casos de dengue em meses de maior precipitação histórica, houve casos de altas no números da doença ocorrendo em momentos de baixa precipitação, o que poderia indicar um atraso entre um período de chuva para o registro de novos casos.

A partir do uso da técnica de quantis, que serviu como complemento para a análise da relação precipitação x casos de dengue, buscou-se entender se os anos que apresentaram crises da doença possuíram características semelhantes que pudessem ser encaixadas em um mesmo ano-padrão. Os resultados, porém, demonstraram uma diferença entre o ano de 2015, que apresentou boa distribuição de chuva e apenas quatro meses considerados secos ou muito secos, em relação aos anos de 2019 e 2021, que registraram poucos meses chuvosos ou normais e foram marcados por longos meses seguidos classificados como secos ou muito secos, com destaque para o ano de 2019 que, apesar de ter o maior número de notificações de casos de dengue, teve o menor acumulado pluviométrico anual e o maior período de seca com oito meses seguidos.

O uso da Correlação de Pearson e a Correlação de Determinante tiveram como objetivo uma análise mais aprofundada sobre o impacto dos elementos climáticos na variação dos casos de dengue no município, com os anos sendo organizados em anos hidrológicos que se iniciam no mês de agosto e terminam em julho, tendo como referência bibliográfica a tese de doutorado de Aleixo (2012). A partir dos resultados obtidos, foi possível observar que as

temperaturas mínimas apresentaram maior consistência durante o período analisado por não apresentarem valores classificados como fracos em nenhum dos anos. Em relação a precipitação e temperaturas máximas, estas apresentaram resultados mais instáveis em comparação às mínimas, sendo classificadas, porém, com resultados médios ou fortes nos anos com maiores incidência da dengue, com única exceção para o acumulado de chuva no ano de 2018/2019, quando o valor obtido teve classificação fraca.

O possível atraso entre a precipitação e o aumento de notificações de dengue observado nos gráficos de precipitação x casos de dengue serviu como ponto de partida para a análise de cálculos de defasagem, que tiveram como objetivo analisar a influência dos elementos do clima em um determinado mês para a ocorrência da doença nos dois meses seguintes.

Na defasagem (1), a precipitação teve resultados que oscilaram de maneira constante, mas apresentaram valores fortes em dois anos com registros de crise de dengue, com exceção ocorrendo novamente em 2018/2019, quando obteve-se resultado fraco. Com a defasagem (2), porém, os resultados passaram a ser médios ou fortes nos anos de alta da doença. Estes resultados podem indicar uma possível criação e permanência de criadouros do mosquito em meses de maior precipitação, os quais influenciaram na ocorrência da doença nos meses seguintes.

As temperaturas máximas apresentaram valores estáveis na defasagem (1) entre os anos de 2015/2016 a 2018/2019, quando foram registrados valores classificados como médios, assim como um resultado forte obtido no último ano, ocorrendo porém uma queda a partir de 2019/2020 com valores classificados como fracos. Dentro da defasagem (2), os resultados apresentaram maior oscilação, com valores médios em 2015/16 e 2018/19, e novamente fraco em 2020/21, apesar do pequeno aumento observado nesse ano. Em relação ao período sem defasagem, as temperaturas mínimas tiveram comportamento mais instáveis durante as defasagens (1) e (2), porém, mantiveram valores médios e fortes nos três anos de maior incidência da doença. A estabilidade dos resultados de correlação entre temperaturas e casos de dengue durante os anos de altas nas notificações de dengue corroboram com os estudos de Gomes, Nobre e Cruz (2012) e Aleixo (2012), os quais apontam a necessidade de temperaturas ideais para o ciclo de reprodução, desenvolvimento e atividade do mosquito *Aedes aegypti*.

Em geral, o estudo serviu não apenas como uma análise da influência e do impacto de elementos do clima sobre o número de casos de dengue no município de Pereira Barreto, mas também apontou a necessidade do monitoramento destes elementos para políticas que busquem prevenir novas crises da doença, com o ano de 2019 podendo ser utilizado como principal exemplo da importância de um monitoramento contínuo para uso em políticas públicas, ao ser observado, por exemplo, que apesar de um início de ano com apenas um mês chuvoso, este mês, assim como as chuvas no final de 2018, influenciaram para o alto número de notificações da doença durante o período, o que pode ser observado tanto a partir do ano-padrão como também nos resultados de defasagem. O monitoramento de temperaturas também demonstrou ser uma necessidade, apontando-se novamente a necessidade de temperaturas ideais para o desenvolvimento e atividade do vetor responsável pelo ciclo da doença.

## REFERÊNCIAS

ALEIXO, N. C. R. **Pelas lentes da climatologia e da saúde pública: doenças hídricas e respiratórias na cidade de Ribeirão Preto/SP.** 2012. xxiv, 329 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, 2012. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/101455>>.

ALMEIDA, E. K. A.; STEINKE, E.T. **Casos de internação hospitalar por doenças do Aparelho respiratório e sua relação com variáveis meteorológicas no Distrito Federal, entre 2003 e 2012.** Geografia jan-abr 2016; 41 (1): 147-165.

BESSA JÚNIOR, F. N.; SOUZA, M. A.; MEDEIROS, A. C.; MARINHEIRO, M. J. M.; PEREIRA, W. O. **Distribuição espacial da dengue no município de Mossoró, Rio Grande do Norte, utilizando o Sistema de Informação Geográfica.** Rev. Bras. Epidemiol., v. 16, n. 3, p. 603-610, 2013.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. **POLÍTICA NACIONAL DE DEFESA CIVIL.** Secretaria Nacional de Defesa Civil, Brasília, 2005

BRASIL, Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Dengue: aspectos epidemiológicos, diagnóstico e tratamento** / Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde. – Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2002. 20p.: il. – (Série A. Normas e Manuais Técnicos, nº 176)

CAMPOS, M.C. C.; MARQUES JÚNIOR, J.; PEREIRA, G. T.; MONTANARI, R.; CARMARGO, L. A. **RELAÇÕES SOLO-PAISAGEM EM UMA LITOSSEQUÊNCIA ARENITO-BASALTO NA REGIÃO DE PEREIRA BARRETO, SP.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 31, n. 3, 2007.

CATÃO, R. C. **DENGUE NO BRASIL: Abordagem Geográfica na Escala Nacional.** 2011. Trabalho de Conclusão de Curso (Dissertação) – Mestrado em Geografia, Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia– UNESP/FTC, Presidente Prudente, 2011.

CAVALCANTE, J. C. **Mortalidade em menores de um ano: utilização de novos indicadores para avaliação.** Dissertação de mestrado em Saúde da criança, Centro de Ciências da Saúde. Departamento de Tocoginecologia. Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2003.

CONFALONIERI, U. E. C. **Variabilidade climática, vulnerabilidade social e saúde no Brasil.** Terra Livre, São Paulo, v. 1, n. 20, jan/jul, 2003.

CORDEIRO, M. T. **Evolução da dengue no estado de Pernambuco, 1987-2006: epidemiologia e caracterização molecular dos sorotipos circulantes.** 2008. 225 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Tese) – Doutorado em Medicina, Fundação Oswaldo Cruz. Instituto Aggeu Magalhães, Recife, 2008.

DUBREUIL, V.; FANTE, K. P.; PLANCHON, O. SANT’ANNA NETO, J. L., 2018. **Os tipos de climas anuais no Brasil: uma aplicação da classificação de Köppen de 1961 a 2015.** Confins [online] 37. Disponível: <https://doi.org/10.4000/confins.15738>. Acesso: 07 out. 2021.

FANTE, K. P. **Variabilidade da temperatura em áreas urbanas não metropolitanas do estado de São Paulo-Brasil no período de 1961 a 2011.** 2014, 254 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente. 2014;

FONTOURA, C. **UMA ABORDAGEM GEOGRÁFICA DA DENGUE NO MUNICÍPIO DE UBATUBA – SP NO RECORTE TEMPORAL DE 2009 A 2013.** 2014.

50 folhas. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2014.

GOMES, A. F.; NOBRE, A. A.; CRUZ, O. G. **Temporal analysis of the relationship between dengue and meteorological variables in the city of Rio de Janeiro, Brazil, 2001–2009.** Caderno de Saúde Pública, 2012.

GUBLER, D. **Dengue and dengue hemorrhagic fever: its history and resurgence as a global health problem.** In: GUBLER, Duane; KUNO, Goro (Ed.). *Dengue and dengue hemorrhagic fever.* New York: CAB International, 1997, p.1-22.

INSTITUTO OSWALDO CRUZ. **Opera Omnia** (Org. por E. Bustamante), Rio de Janeiro, 1972. 747p

JUNQUEIRA, R. d. **GEOGRAFIA MÉDICA E GEOGRAFIA DA SAÚDE.** HYGEIA, v. 5, n. 8, junho, 2009.

Machida, G. K.; Silva, M. H. S.; Porangaba, G. F. O. (2022). **A RELAÇÃO ENTRE A DENGUE E A PRECIPITAÇÃO:** um estudo sobre a dengue no município de Pereira Barreto - SP em 2019. *Formação* (Online), 29(54), 145–166. <https://doi.org/10.33081/formacao.v29i54.8785>

ROCCO, I. M. *et al.* (1998). **Ocorrência de Dengue no estado de São Paulo, Brasil.** *Revista Do Instituto Adolfo Lutz*, 57(1), 7–12. <https://doi.org/10.53393/rial.1998.v57.36614>

NOGUEIRA, R. M. R., *et al.* **Dengue virus type 3 in Rio de Janeiro, Brazil.** Mem Inst Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, v. 96, n. 7, p.925-926, out, 2001.

PEITER, P. C. **A Geografia da Saúde na Faixa de Fronteira Continental do Brasil na Passagem do Milênio.** 2005. Trabalho de Conclusão de Curso (Tese) – Doutorado em Geografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, Rio de Janeiro, 2005.

PESSOA, S. **Ensaio Médico-Sociais.** 2. ed. São Paulo: Cebes/Hucitec, 1978.

PONTES, R. J. S; RUFFINO-NETTO, A. **Dengue em localidade urbana da região sudeste do Brasil: aspectos epidemiológicos.** Rev. Saúde Pública [online], vol.28, n.3, pp.218-227, 1994.

ROSA, A. T., *et al.* **Dengue epidemic in Bélem, Pará, Brazil, 1996-97.** Emerging Infectious Diseases, Atlanta, v. 6, n. 3, mai/jun, 2000.

REITMAN, I. R. **Saúde e ambiente urbano: a relação de incidência de dengue e as desigualdades socioespaciais em Dourados-MS. 2016.** 187 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS, 2016.

SANT'ANNA NETO, J. L. **A gênese da climatologia no Brasil: o despertar de uma ciência.** Geografia, Rio Claro: UNESP, v. 28, n. 1, p. 5-27, 2003.

SANT'ANNA NETO, J. L. **Desafios da climatologia geográfica no Brasil: da competência técnica ao compromisso social.** In: SILVA, C. A.; FIALHO, E. S. (Org.). *Concepções e Ensaio da Climatologia Geográfica.* 1ed. Dourados: Editora da UFGD, 2012, v. 1, p. 13-38.

SANTOS, A. **Geografia e Epidemiologia da Dengue na cidade de Uberlândia, MG (2003-2010): uma abordagem holística.** 172p. Tese (Doutorado em Geografia) -Instituto de Geografia -Universidade Federal de Uberlândia, 2012.

SCHATZMAYR, H. G.; NOGUEIRA, R. M.; ROSA, A. T. **An outbreak of dengue virus at Rio de Janeiro – 1986.** Mem Inst Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, v. 81, n. 2, p. 245-246, abril/junho, 1986.

SCHNEIDER, H.; SILVA, C. A. (2014). **O USO DO MODELO BOX PLOT NA IDENTIFICAÇÃO DE ANOS-PADRÃO SECOS, CHUVOSOS E HABITUAIS NA MICRORREGIÃO DE DOURADOS, MATO GROSSO DO SUL.** Revista Do Departamento De Geografia, 27, 131-146. <https://doi.org/10.11606/rdg.v27i0.495>

SÃO PAULO, Secretaria da saúde do Estado. **Guia básico de dengue: para órgãos públicos e privados, comércio, pequenas e grandes empresas, 2002.** São Paulo, agosto de 2001.

SILVA, J. S.; MARIANO, Z. F.; SCOPEL, I. **A influência do clima urbano na proliferação do mosquito *Aedes aegypti* em Jataí (GO), na perspectiva da Geografia Médica.** Hygeia - Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde, v. 3, n. 5, 8 jan. 2008.

SILVEIRA, R. D. **Risco climático, vulnerabilidade socioespacial e eventos climáticos extremos relacionados ao calor e ao frio no estado do Rio Grande do Sul-Brasil.** 2014. Tese (Doutorado em Geografia)- Programa de Pós-Graduação em Geografia, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Campus de Presidente Prudente, Presidente Prudente, São Paulo

SILVESTRE, M. R.; SANT'ANNA NETO, J. Lima.; FLORES, E. F. **Critérios estatísticos para definir anos-padrão: uma contribuição à climatologia geográfica.** Revista Formação, v. 2, n. 20, p. 23-53, 2013.

SIQUEIRA JR., J. B., *et al.* **Dengue and Dengue Hemorrhagic Fever, Brazil, 1981– 2002.** Emerging Infectious Diseases, Atlanta, v.11, n.1, p. 48-53, jan, 2005.

SUTHERST, R. W. **Global Change and Human Vulnerability to Vector-Borne Diseases.** Clinical Microbiology Reviews. v, 17, p. 136-173, 2004.

TAMAYO ESCOBAR, O. E., *et al.* **La reemergencia del dengue: un gran desafío para el sistema sanitario latinoamericano y caribeño en pleno siglo XXI.** MEDISAN [en línea]. 2019. Disponível em: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1029-30192019000200308&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1029-30192019000200308&lng=es&nrm=iso&tlng=es)

TAUIL, P. L. **Urbanização e ecologia do dengue.** Cadernos de Saúde Pública, Rio de Janeiro, vol.17, suplemento 1, p.99-102, 2001.

VASCONCELOS, P. F. C., *et al.* **A large epidemic of dengue fever with dengue hemorrhagic cases in Ceará state, Brazil, 1994.** Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo, São Paulo, v. 37, n. 3, p. 253-255, maijun, 1995.

VASCONCELOS, P. F. C. **Estudos de Epidemias de Dengue: uso e significados dos inquéritos soro-epidemiológicos transversais.** 1999. Trabalho de Conclusão de Curso (Tese) – Doutorado em Medicina, Universidade Federal da Bahia – UFBA, Salvador, 1999.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Dengue Guidelines for Diagnosis, Treatment,**

**Prevention and Control.** New edition. 2009. Disponível em: <https://www.who.int/tdr/publications/documents/dengue-diagnosis.pdf>. Acessado em: 16 de junho 2021.