



**INSTITUTO LATINO-AMERICANO DE CIÊNCIAS  
DA VIDA E DA NATUREZA (ILACVN)**

**CIÊNCIAS BIOLÓGICAS ECOLOGIA E  
BIODIVERSIDADE**

**INFLUÊNCIA DE FATORES CLIMÁTICOS EM *Aedes aegypti*: RELAÇÃO DA  
TEMPERATURA E PRECIPITAÇÃO COM ÍNDICES ENTOMOLÓGICOS DE  
MONITORAMENTO DE DENGUE**

**ANGIE NATALY AIRE LAUREANO**

Foz do Iguaçu  
2025

**INFLUÊNCIA DE FATORES CLIMÁTICOS EM *Aedes aegypti*: RELAÇÃO DA  
TEMPERATURA E PRECIPITAÇÃO COM ÍNDICES ENTOMOLÓGICOS DE  
MONITORAMENTO DE DENGUE**

**ANGIE NATALY AIRE LAUREANO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Latino-Americano de Ciências da Vida e da Natureza da Universidade Federal da Integração Latino-Americana, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas – Ecologia e Biodiversidade.

Orientador: Prof. Dr. Wagner Antonio Chiba De Castro

Foz do Iguaçu  
2025

ANGIE NATALY AIRE LAUREANO

**INFLUÊNCIA DE FATORES CLIMÁTICOS EM *Aedes aegypti*: RELAÇÃO DA  
TEMPERATURA E PRECIPITAÇÃO COM ÍNDICES ENTOMOLÓGICOS DE  
MONITORAMENTO DE DENGUE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Latino-Americano de Ciências da Vida e da Natureza da Universidade Federal da Integração Latino-Americana, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas – Ecologia e Biodiversidade.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Orientador: Prof. Dr. Wagner Antonio Chiba De Castro  
UNILA

---

Prof. Dr. Rafael Maciel de Freitas  
FIOCRUZ

---

Prof. Dr. André de Souza Leandro  
CCZ

Foz do Iguaçu, 07 de março de 2025.

Dedico este trabalho à minha mãe, cuja existência tornou a minha possível.

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer à minha psicóloga, Kamila, a quem tanto estimo. Sem ela, este TCC não seria possível. Ela esteve sempre ao meu lado, apoiando-me em meus medos, frustrações e felicidades, oferecendo-me uma força constante para não desistir desta etapa universitária. Fazer uma graduação em um país diferente foi um grande desafio, e ter o seu suporte tornou essa jornada mais leve.

Ao meu namorado, Daniel, que esteve presente em todo o processo deste trabalho, me ajudando, apoiando e acolhendo no que pôde. Da mesma forma, durante a trajetória universitária, que teve seus momentos difíceis, ele esteve ao meu lado, tornando essa história especial. Não consigo imaginar essa caminhada sem você. Obrigada, de coração.

À minha família, que sempre esteve ao meu lado, mesmo de longe, dividindo comigo tanto os momentos bons quanto mais difíceis. O amor e o apoio incondicional de vocês foram a base da minha caminhada, tornando possível cada passo nessa jornada independente e universitária. Celia, Ketty e Jhanina, amo vocês! Vocês são minha força, meu combustível nessa caminhada, e sei que, não importa a distância ou o tempo, sempre estaremos juntas, nos apoiando e ajudando umas às outras. Obrigada por esse amor imenso e por serem parte essencial do meu crescimento.

Aos meus cachorrinhos, Pu, Dino, Fifi e Toby, que foram minha primeira despedida ao iniciar essa jornada acadêmica. Deixá-los para seguir esse caminho foi uma das decisões mais difíceis que tomei, e partir sem eles rompeu meu coração. Mas eu sei que, de alguma forma, eles sempre souberam que eu conseguiria chegar até aqui. Três deles já se foram, e só um permanece, mas cada um deixou em mim marcas de amor incondicional e momentos inesquecíveis. Obrigada por terem feito parte da minha vida e por terem me ensinado tanto, mesmo sem palavras.

Aos meus amigos da faculdade, especialmente os hispano-hablantes, que compartilharam essa jornada comigo. Alguns passaram brevemente, outros ficaram até hoje, todos deixando uma marca na minha história. Obrigada por me conectarem, por estarem comigo, por todas as alegrias, anedotas, tristezas e frustrações que vivemos juntos – essas histórias são nossas e as levarei sempre comigo.

Ao meu professor orientador Chiba, que aceitou embarcar neste projeto comigo, mesmo sem saber se era viável. Ele abraçou a ideia e me orientou com dedicação, sempre

disposto a me guiar em tudo o que fosse possível. Obrigada, professor, por todo o apoio e pelo aprendizado que levarei para sempre. Tenho grande admiração pelo seu trabalho e sou muito grata por tudo o que aprendi ao longo desse caminho.

Aos integrantes da banca, minha sincera gratidão por aceitarem participar deste momento tão importante.

Por fim, agradeço aos meus sogros pelo carinho, motivação e cuidado comigo, sempre me tratando como parte da família e se dispondo a me auxiliar no que fosse necessário.

A todos vocês, meu mais sincero agradecimento.

– *Sumaq Kawsay.*  
– *Sumaq Kawsay?*  
– *Sim, Sumaq Kawsay: a vida em plenitude, onde a terra  
respira e o povo floresce.*

**Angie**

## RESUMO

A dengue é uma das principais doenças transmitidas por vetores no mundo, afetando milhões de pessoas anualmente, especialmente em regiões tropicais e subtropicais. O *Aedes aegypti*, principal vetor do vírus da dengue, tem sua distribuição influenciada por fatores climáticos que afetam diretamente a infestação larvária e a abundância do vetor. Este estudo analisou a relação entre temperatura, precipitação e a presença do *Aedes aegypti* em Foz do Iguaçu-PR, utilizando dados entomológicos e meteorológicos coletados entre 2017 e 2021. A metodologia envolveu o uso do LIRAA e armadilhas ADULTRAP para monitoramento, além de análises estatísticas por Modelos Lineares Generalizados Mistos (GLMM) e Critério de Informação de Akaike (AIC). Os resultados indicam que os índices larvários do vetor, representada pelos índices IIP e IB, apresentaram significância estatística em relação à temperatura e precipitação, demonstrando que o aumento desses fatores favorece a infestação larvária. No entanto, os índices baseados na captura de adultos (IPA e IDA) não exibiram relação estatisticamente significativa, sugerindo que os mosquitos adultos ajustam seu comportamento conforme as condições ambientais e sociais. O modelo mais robusto IIP, identificou a temperatura como o principal fator determinante para a abundância larvária de *Aedes aegypti*. Esses achados destacam a relevância do LIRAA como ferramenta essencial para o monitoramento entomológico e reforçam a necessidade de estratégias integradas de controle vetorial, considerando variações sazonais e climáticas principalmente a temperatura.

**Palavras-chave:** mosquito da dengue; clima; monitoramento entomológico; LIRAA; ADULTRAP.

## RESUMEN

El dengue es una de las principales enfermedades transmitidas por vectores en el mundo, afectando a millones de personas anualmente, especialmente en regiones tropicales y subtropicales. *Aedes aegypti*, principal vector del virus del dengue, tiene su distribución influenciada por factores climáticos que afectan directamente a la proliferación larvaria y la abundancia del vector. Este estudio analizó la relación entre temperatura, precipitación y la presencia de *Aedes aegypti* en Foz de Iguazú-PR, utilizando datos entomológicos y meteorológicos colectados entre 2017 y 2021. La metodología involucró el uso de LIRAA y trampas ADULTRAP para el monitoreo, además de análisis estadísticos mediante Modelos Lineales Generalizados Mixtos (GLMM) y el Criterio de Información de Akaike (AIC). Los resultados indican que los índices larvarios del vector, representada por los índices IIP y IB, presenta significancia estadística en relación con la temperatura y la precipitación, demostrando que el aumento de estos factores favorece la proliferación larvaria del mosquito. Sin embargo, los índices basados en la captura de adultos (IPA y IDA) no mostraron una relación estadísticamente significativa, sugiriendo que los mosquitos adultos ajustan su comportamiento según las condiciones ambientales y sociales. El modelo más robusto, IIP, identificó la temperatura como el principal factor determinante para la abundancia larvaria del *Aedes aegypti*. Estos hallazgos destacan la relevancia de LIRAA como una herramienta esencial para el monitoreo entomológico y reforzando la necesidad de estrategias integradas de control vectorial, que consideren las variaciones estacionales y climáticas, especialmente la temperatura.

**Palabras clave:** mosquito de dengue; clima; monitoreo entomológico; LIRAA; ADULTRAP

## ABSTRACT

Dengue is one of the leading vector-borne diseases worldwide, affecting millions of people annually, especially in tropical and subtropical regions. *Aedes aegypti*, the primary vector of the dengue virus, has its distribution influenced by climatic factors that directly impact larval proliferation and vector abundance. This study analyzed the relationship between temperature, precipitation, and the presence of *Aedes aegypti* in Foz do Iguaçu-PR, using entomological and meteorological data collected between 2017 and 2021. The methodology involved the use of LIRAA and ADULTRAP traps for monitoring, as well as statistical analyses using Generalized Linear Mixed Models (GLMM) and the Akaike Information Criterion (AIC). The results indicate that the vector's larval indices, represented by HI and IB, showed a statistically significant correlation with temperature and precipitation, demonstrating that the increase in these factors favors mosquito larval proliferation. However, indices based on adult mosquito capture (TPI and ADI) did not show a statistically significant relationship, suggesting that adult mosquitoes adjust their behavior according to environmental and social conditions. The most robust model, HI, identified temperature as the main determining factor for the larval abundance of *Aedes aegypti*. These findings highlight the relevance of LIRAA as an essential tool for entomological monitoring, reinforcing the need for integrated vector control strategies that consider seasonal and climatic variations, particularly temperature.

**Keywords:** dengue mosquito; climate; entomological monitoring; LIRAA; ADULTRAP

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	12
<b>2 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	18
2.1 ÁREA DE ESTUDO .....	18
2.2 COLETA E ORGANIZAÇÃO DOS DADOS .....	19
2.2.1 Dados entomológicos .....	19
2.2.2 Dados meteorológicos .....	20
2.3 ÍNDICES UTILIZADOS .....	21
2.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	22
<b>3 RESULTADOS</b> .....	23
<b>4 DISCUSSÃO</b> .....	27
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	32
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	34
<b>ANEXOS</b> .....	42
<b>ANEXO 1 – DADOS CLIMÁTICOS E ÍNDICES ENTOMOLÓGICOS DE <i>Aedes aegypti</i></b> <b>EM FOZ DO IGUAÇU, PR, ENTRE 2017 E 2021</b> .....	43

## 1 INTRODUÇÃO

A dengue é uma doença viral zoonótica que se tornou um grave problema de saúde pública em escala global, particularmente em regiões tropicais e subtropicais (OTERO et al., 2024). A transmissão ocorre através do mosquito *Aedes aegypti*, cujos ciclos de vida e proliferação são fortemente influenciados por fatores ambientais, como precipitação, temperatura, umidade relativa e urbanização acelerada e desordenada (MORIN et al., 2013; HILL et al., 2016). Essas variáveis não apenas favorecem a disseminação do mosquito, mas também amplificam os riscos para milhões de pessoas ao redor do mundo. Esta doença representa um risco para metade da população mundial, especialmente em países tropicais e subtropicais (BRADY et al., 2012; KRAEMER et al., 2019). De acordo com a Organização Mundial da Saúde, estima-se que 2,5 bilhões de pessoas vivam em áreas de risco, resultando em 50 a 100 milhões de casos anuais de dengue, caracterizando-a como a doença transmitida por mosquitos que mais rapidamente se espalha (WHO, 2014). A incidência desse mosquito tem aumentado nos últimos cinquenta anos nas Américas. Em 2024, as Américas enfrentaram a maior epidemia de dengue já registrada, com mais de 13 milhões de casos notificados e 8.186 mortes, segundo dados da Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS). Esses números evidenciam a crescente gravidade da doença e seus impactos em diferentes faixas etárias e estratos socioeconômicos (WHO, 2024).

O *Aedes aegypti* é o principal vetor dos quatro sorotipos do vírus da dengue, os quais podem causar desde quadros sintomáticos autolimitados, quadros assintomáticos até a síndrome hemorrágica grave (SILVA e SILVA, 1999). Esse mosquito também é vetor importante da Febre Amarela Urbana (FAU), devido à sua ampla distribuição geográfica no Brasil e na América Latina. Embora a FAU esteja atualmente controlada, a presença generalizada do *Aedes aegypti* continua a representar um risco para uma possível reurbanização da doença (SILVA e SILVA, 1999). Evidências genéticas indicam que o *Aedes aegypti* é originário da África e que sua dispersão para regiões tropicais e subtropicais do planeta ocorreu a partir do século XVI, impulsionada pelas movimentações humanas, como expedições colonizadoras. Relatos da Organização Pan-Americana de Saúde (OPAS) apontam que a primeira epidemia de dengue nas Américas ocorreu no Peru, no início do século XIX, com surtos subsequentes no Caribe, Estados Unidos, Colômbia e Venezuela. No Brasil, os primeiros registros da doença datam do final do século XIX, em Curitiba (PR), e do início do século XX, em Niterói (RJ) (FIOCRUZ, 2024).

A dengue continua sendo uma das principais causas de hospitalização e mortalidade,

especialmente entre crianças e adultos em regiões tropicais e subtropicais (COELHO, 2008; HONÓRIO et al., 2015). Apesar do alto potencial de letalidade da doença, medidas eficazes de controle podem ser implementadas por meio do manejo integrado de vetores e ações preventivas dentro dos domicílios (CUSTÓDIO et al., 2019). O aumento exponencial dos casos de dengue está diretamente relacionado ao comportamento do *Aedes aegypti*, cujo ciclo de vida é fortemente influenciado por fatores climáticos e ambientais. Esse mosquito, amplamente distribuído nas Américas e na Ásia, encontra nessas regiões condições ideais para o desenvolvimento de todas as fases e estágios do seu ciclo de vida (WHO, 2012; CONSOLI; OLIVEIRA, 1994).

O ciclo de vida do *Aedes aegypti* compreende quatro estágios principais: ovo, larva, pupa e adulto. As fêmeas depositam seus ovos acima da linha da água, em superfícies úmidas, próximas a criadouros com água parada, como recipientes. Esses ovos possuem alta resistência à dessecação, podendo permanecer viáveis por semanas ou até meses, aguardando condições ideais para a eclosão, o que ocorre normalmente quando o nível da água sobe e os ovos são submersos (FARNESI et al., 2009). O desenvolvimento dos ovos ocorre em cerca de 2 a 3 dias em temperaturas superiores a 25°C, mas pode se estender por um período maior em temperaturas abaixo de 20°C. O ciclo completo, do ovo ao adulto, pode variar em média, de 7 a 10 dias sob condições ideais, mas pode ser prolongado para até três semanas em climas mais frios ou com menor disponibilidade de recursos (JULIANO et al., 2002). Após a eclosão, as larvas do *Aedes aegypti* se alimentam de matéria orgânica na água, como bactérias, algas e detritos vegetais. A taxa de desenvolvimento larval varia conforme a densidade populacional, a temperatura ambiente e a disponibilidade de alimento, podendo durar de 5 a 7 dias em condições favoráveis de temperatura (26-28°C) e boa oferta de nutrientes (JULIANO et al., 2002). No entanto, em condições adversas, como alta densidade larval ou escassez de alimentos, o ciclo pode se prolongar, e resultar em adultos menores e com menor capacidade reprodutiva (FARNESI et al., 2009). A fase pupal, período de transição para a fase adulta, dura aproximadamente 2 dias em temperaturas médias de 26-28°C, sendo a mortalidade mínima nesse estágio (FARNESI et al., 2009). Após emergir da pupa, o mosquito adulto busca abrigo em locais úmidos e sombreados, onde se mantém nas primeiras 24 horas. A longevidade dos mosquitos adultos varia entre 2 e 4 semanas, e a competição interespecífica com *Aedes albopictus* pode afetar sua fertilidade e distribuição populacional (TRIPET et al., 2011). Os machos estão aptos para copular logo após a emergência, enquanto fêmeas fecundadas podem produzir ovos férteis durante toda a sua vida. Essas fêmeas fecundadas necessitam de sangue humano

para obter proteínas essenciais à maturação dos ovos. Após a fêmea do mosquito se alimentar de um hospedeiro infectado, o vírus precisa passar por um período conhecido como período de incubação extrínseca (PIE), um intervalo crítico, geralmente de 10 a 14 dias (dependendo da temperatura). Neste período, o vírus se replica no organismo do mosquito e atinge a suas glândulas salivares. Somente após esse período a fêmea torna-se capaz de transmitir o vírus a outro hospedeiro (VALLE et al., 2015).

A proliferação do *Aedes aegypti* e a transmissão do vírus da dengue estão fortemente associadas a fatores como urbanização desordenada, mudanças demográficas, alterações ambientais e variações climáticas. Condições ambientais, como a altitude e a temperatura média anual, criam ambientes propícios para o desenvolvimento de populações do *Aedes aegypti* e de outras espécies do gênero *Aedes*, como o *Aedes albopictus*, agravando ainda mais a situação epidemiológica em áreas tropicais (OTERO et al., 2024).

A urbanização tem um papel imperativo na dinâmica populacional do *Aedes aegypti*, pois altera significativamente a disponibilidade de criadouros e modifica a relação entre os fatores climáticos e a infestação do mosquito. Além da abundância de recipientes artificiais, estudos indicam que a presença de vegetação pode desempenhar um papel indireto na manutenção da população do vetor, criando microclimas mais úmidos que favorecem sua longevidade e dispersão (BENITEZ et al., 2021). Evidências sugerem que o índice de vegetação (NDVI) apresenta correlação positiva com a oviposição, reforçando a ideia de que fatores ambientais além do clima podem influenciar a reprodução do mosquito (ESTALLO, 2016). Além disso, a abundância do *Aedes aegypti* varia significativamente no espaço e no tempo, sendo fortemente influenciada pelos microclimas. Sua dinâmica populacional sofre impacto direto das flutuações sazonais do clima e da disponibilidade de habitats larvais, tornando desafiadora a avaliação do impacto das intervenções de controle (REINER et al., 2019). No entanto, a influência das variáveis climáticas na dinâmica populacional do vetor ainda não é totalmente compreendida, especialmente em áreas urbanas de países em desenvolvimento.

A estimativa do efeito dos programas de controle é dificultada pela ausência de dados comparativos e pela dificuldade de medir com precisão a abundância de mosquitos (REINER et al., 2019). Esse fenômeno dependente de variáveis climáticas, como temperatura e precipitação, que modulam seu crescimento, sobrevivência e comportamento alimentar (SERPA et al., 2013; RODRIGUES et al., 2015). Esses fatores, são conhecidos por influenciar diretamente a ecologia dos mosquitos vetores e, conseqüentemente, a dinâmica de transmissão da dengue (STEWART IBARRA et al., 2013;

MORDECAI et al., 2019). No entanto, a relação entre sazonalidade climática e abundância de mosquitos ainda carece de estudos conclusivos (SERPA et al., 2013; RODRIGUES et al., 2015). Essa lacuna evidencia a necessidade de análises regionais mais detalhadas para compreender melhor a dinâmica populacional desses vetores em diferentes escalas geográficas. Nesse contexto, temperaturas mais altas frequentemente estão associadas a taxas de desenvolvimento mais rápidas dos mosquitos (SIPPY et al., 2019), além de serem um dos principais fatores ambientais que impactam o ciclo de vida dos mosquitos, determinando, em grande medida, a variação fenotípica observada sob diferentes condições ambientais. Por outro lado, a relação entre precipitação e a proliferação de mosquitos é particularmente complexa. A chuva pode criar habitats favoráveis para a oviposição, favorecendo o aumento da população de mosquitos. No entanto, chuvas intensas podem reduzir as populações de mosquitos ao lavar as larvas (PONTES et al., 2000; KOENRAADT; HARRINGTON, 2008). A variação climática pode influenciar o ciclo de vida do *Aedes aegypti*, tanto de forma positiva quanto negativa. Os ovos desse mosquito, no entanto, são resistentes à dessecação e podem eclodir posteriormente, quando o nível da água aumenta, demonstrando que a espécie consegue se adaptar a condições climáticas desfavoráveis à sua proliferação. (SILVA e SILVA, 1999). Segundo a Fiocruz, os ovos podem sobreviver até 450 dias em ambientes secos, após de serem postos pelas fêmeas, permanecendo viáveis por um ano inteiro. Com a chegada do clima quente e chuvoso, esses ovos podem gerar novos mosquitos (FIOCRUZ, 2016). Dessa forma, a precipitação desempenha um papel fundamental no desenvolvimento do mosquito, desde a criação de sítios de oviposição até a proliferação e abundância desses mosquitos, impactando diretamente na incidência da dengue (RIBEIRO et al., 2006; LEGA et al., 2017; STEWART IBARRA et al., 2013). Embora baixos índices de precipitação possam favorecer a diminuição da proliferação de mosquitos, ainda assim estimulam o armazenamento de água em recipientes artificiais, criando habitats propícios para a oviposição e eclosão (PONTES et al., 2000).

Múltiplos fatores ambientais, constituem uma teia complexa que determina a propagação de doenças transmitidas por vetores (HALES, et al., 2002). Nesse sentido, Ostfeld e colaboradores destacaram que, apesar dessa complexidade, a análise das variáveis relacionadas à distribuição dos vetores e à ocorrência de casos de dengue pode ser uma ferramenta útil para prever cenários futuros da doença. A análise espacial desses eventos também contribui para detectar precocemente surtos e padrões de transmissão (OSTFELD et al., 2005), possibilitando a identificação de áreas de risco e seus

determinantes epidemiológicos (CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION, 1990). Atualmente, a distribuição do *Aedes aegypti* atinge todas as 27 Unidades Federativas do Brasil, com mais de 3.587 municípios infestados (VIANA; IGNOTTI, 2013). Foz do Iguaçu, localizado no Paraná, é um exemplo onde o *Aedes aegypti* tem encontrado condições favoráveis para sua proliferação, o que tem resultado no aumento dos casos de dengue e reforçado a necessidade urgente de estratégias de controle eficazes e sustentáveis (COSTA, 2001). Esse cenário, está diretamente relacionado ao ciclo de vida do vetor, que encontra criadouros positivos e potenciais tanto dentro quanto fora das residências, favorecendo sua proliferação na região. Isso representa um grande desafio para as ações de controle da espécie, tanto em nível local quanto nacional (CUARTAS et al., 2017). Portanto, estudos sazonais sobre padrões de abundância do *Aedes aegypti* são fundamentais para prever os períodos de maior risco de transmissão da dengue. A análise dessas dinâmicas permite o desenvolvimento de estratégias de controle mais eficazes, especialmente em áreas tropicais e subtropicais onde a doença é endêmica (ESTALLO et al., 2015).

A interação entre temperatura e precipitação cria um ambiente dinâmico que influencia a taxa de reprodução e dispersão do *Aedes aegypti*. Em regiões tropicais e subtropicais, como Foz do Iguaçu, a combinação de alta temperatura e precipitação moderada pode levar a surtos sazonais de dengue, devido ao aumento da população vetorial (BURNHAM & ANDERSON, 2002). Além disso, as mudanças climáticas podem alterar os padrões de infestação, permitindo que o mosquito expanda sua distribuição geográfica para regiões anteriormente inóspitas devido ao aumento da temperatura média (MOSER et al., 2023). Esses fatores ressaltam a necessidade de estratégias integradas de controle vetorial, considerando variações climáticas sazonais para intervenções mais eficazes.

O LIRAA, amplamente utilizadas em programas de vigilância entomológica, desempenham um papel fundamental no monitoramento da infestação larvária do *Aedes aegypti*, especialmente em áreas urbanas. Essa metodologia baseia-se na inspeção sistemática de imóveis e identificação de criadouros positivos para larvas, permitindo o cálculo de indicadores como o Índice de Infestação Predial (IIP) e o Índice de Breteau (IB). Esses indicadores fornecem um panorama detalhado da presença do vetor e possibilitam a identificação de áreas críticas de infestação, sendo uma ferramenta estratégica para ações de controle vetorial (BRASIL, 2009). Já armadilhas de mosquitos adultos, como a ADULTRAP, tem se destacado como uma ferramenta eficaz para o monitoramento da população adulta do *Aedes aegypti*. Esse método apresenta alta sensibilidade na detecção

de fêmeas transmissoras, permitindo um acompanhamento mais preciso da população adulta do mosquito e reduzindo a dependência da presença de criadouros. Além disso, possibilita a realização de testes de infecção viral diretamente nos mosquitos capturados, tornando-se uma estratégia mais eficiente em comparação com métodos baseados apenas na identificação de formas imaturas do vetor (CODEÇO et al., 2015; LEANDRO et al., 2024).

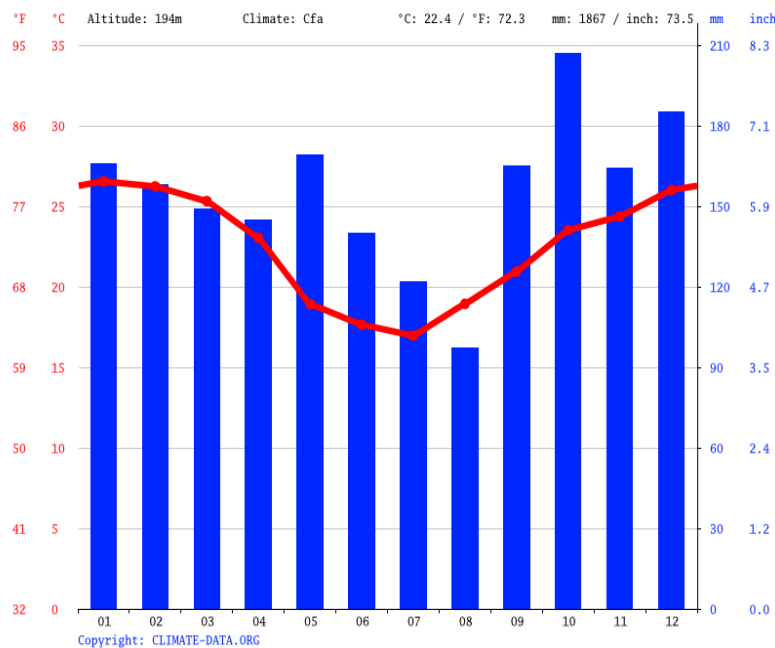
Este estudo tem como objetivo analisar a influência do clima sobre a população de mosquitos *Aedes aegypti* em Foz do Iguaçu-PR. Para isso, confrontamos dados históricos de temperatura e precipitação do município, com dados de monitoramento entomológico. Acreditamos que quanto maior a precipitação acumulada e temperatura média, maior a quantidade de larvas e incidência de adultos do mosquito.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 ÁREA DE ESTUDO

Este estudo foi conduzido no município de Foz do Iguaçu (25°30'58"S, 54°35'07"W), localizado na região de tríplice fronteira entre Brasil, Argentina e Paraguai. O município possui um clima subtropical úmido mesotérmico, caracterizado por verões quentes e chuvosos e invernos amenos a frios (LEANDRO et al., 2024; PEEL et al., 2007). A temperatura média anual é de 22,4°C e a precipitação média anual de 1.867 mm (Figura 1) (CLIMATE-DATA, 2024).

Figura 1 – Gráfico das temperaturas e precipitações médias anuais de Foz do Iguaçu no período de 1991 a 2021



Fonte: CLIMATE DATA.ORG

A escolha de Foz do Iguaçu como área de estudo deve-se ao fato de a região ser historicamente endêmica para arboviroses transmitidas pelo *Aedes aegypti*, as quais se destaca, nesse cenário, a dengue. Desde a década de 1990, o município registra surtos recorrentes da doença, com ciclos de transmissão epidêmica a cada 4-5 anos (LEANDRO et al., 2024). Além disso, a cidade conta com dados entomológicos e meteorológicos

sistematizados, necessários para a realização deste estudo. O município está dividido em 73 áreas urbanas, cada uma contendo aproximadamente 1.500 propriedades, incluindo residências e estabelecimentos comerciais situados no nível térreo. Três áreas rurais do município foram excluídas do estudo (LEANDRO et al., 2022). Para padronização das inspeções, essas propriedades foram definidas como unidades habitacionais individuais ou comerciais, de acordo com os critérios estabelecidos pelo Ministério da Saúde do Brasil. Edifícios de apartamentos não foram incluídos, pois as ações de vigilância e controle vetorial ocorrem apenas nas áreas comuns térreas dos condomínios (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2005).

## 2.2 COLETA E ORGANIZAÇÃO DOS DADOS

A coleta de dados envolveu dois conjuntos de informações; dados entomológicos, relacionados à população do *Aedes aegypti*, e dados meteorológicos, referente a temperatura e precipitação.

### 2.2.1 Dados entomológicos

Os dados entomológicos foram obtidos através do Centro de Controle de Zoonoses (CCZ) de Foz do Iguaçu, que realiza monitoramento contínuo da população de *Aedes aegypti* na cidade. As coletas seguem a metodologia clássica padronizada do Levantamento de Índices Rápido de *Aedes aegypti* (LIRAA) e de ADULTRAP para captura de mosquitos adultos (LEANDRO et al., 2022). Para garantir a tramitação formal do acesso aos dados, foi realizado um requerimento oficial por meio do protocolo digital da Prefeitura de Foz do Iguaçu. Após a aprovação do pedido, os dados foram disponibilizados pelo CCZ e padronizados conforme a abordagem metodológica utilizada pelo órgão. A coleta de dados ocorreu entre janeiro de 2017 e novembro de 2021, com levantamentos bimestrais, conduzidos por agentes de saúde treinados. Os dados foram coletados a partir de duas metodologias principais: o Levantamento de Índices Rápido de *Aedes aegypti* (LIRAA) e a captura de mosquitos adultos por meio de ADULTRAPs.

O LIRAA é um método padronizado de monitoramento entomológico utilizado no Brasil para determinar os níveis de infestação larvária do *Aedes aegypti* em áreas urbanas. O levantamento do LIRAA é realizado por meio da inspeção domiciliar sistemática, onde

agentes de saúde verificam a presença de criadores do mosquito dentro e ao redor das residências selecionadas, possibilitando a quantificação da infestação vetorial (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2009). As inspeções domiciliares são realizadas bimestralmente, com visitas porta a porta, onde agentes de saúde identificam possíveis criadouros do *Aedes aegypti* em recipientes como caixas d'água, vasos de plantas, calhas, garrafas, pneus e outros depósitos propícios ao acúmulo de água (LEANDRO et al., 2022). Sempre que um criadouro apresenta presença de larvas ou pupas, as amostras são coletadas e enviadas ao laboratório para identificação taxonômica, conforme os protocolos estabelecidos pelo Ministério da Saúde do Brasil (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2009).

Para complementar o monitoramento da infestação, a segunda metodologia inclui o uso da Armadilhas de Captura de Mosquitos (ADULTRAP), onde são utilizadas armadilhas ADULTRAP instaladas em diferentes áreas do município, posicionadas no ambiente peridomiciliar, seguindo a proporção de uma armadilha para cada 25 propriedades (LEANDRO et al., 2022). As ADULTRAPs são projetadas para capturar fêmeas adultas do *Aedes aegypti* durante a oviposição. Diferente do LIRAA, a ADULTRAP impede a postura dos ovos, pois os mosquitos são atraídos para um reservatório de água e ficam presos em uma câmara interna, sem acesso ao compartimento onde a água está armazenada (GOMES et al., 2007). Essas armadilhas são inspecionadas bimestralmente, sempre nos primeiros quatro dias da primeira semana dos meses ímpares. Todos os mosquitos capturados foram removidos das armadilhas e encaminhados ao laboratório para triagem taxonômica, contagem e posterior análise (LEANDRO et al., 2022).

### 2.2.2 Dados meteorológicos

Os dados meteorológicos foram obtidos junto ao Sistema Meteorológico do Paraná (SIMEPAR). Para acessá-los, foi realizada uma solicitação formal diretamente pelo site oficial do SIMEPAR, seguindo os procedimentos indicados para requisição de dados históricos. Foram utilizados dados de precipitação acumulada e temperatura média, garantindo a correspondência temporal com os levantamentos entomológicos. Os dados foram coletados mensalmente entre 2017 a 2021. Para garantir a padronização das informações, a precipitação foi calculada como a soma dos valores dos dois meses anteriores à data de cada levantamento do LIRAA e ADULTRAP. Da mesma forma, a temperatura média foi obtida a partir da média aritmética das temperaturas médias desses

dois meses. A soma bimestral da precipitação foi utilizada para representar o volume total de chuva acumulado antes de cada coleta, permitindo avaliar a influência das condições hídricas sobre a abundância vetorial. Para a temperatura, utilizou-se a média bimestral dos meses anteriores, garantindo um indicador climático representativo para cada período analisado.

### 2.3 ÍNDICES UTILIZADOS

A avaliação da infestação pelo *Aedes aegypti* neste estudo se baseia no cálculo de quatro índices entomológicos, que permitem estimar a abundância de larvas e a densidade populacional do vetor, analisando sua relação com as variáveis meteorológicas. Esses índices são obtidos por meio de inspeções domiciliares, LIRAA e ADULTRAPs, possibilitando um monitoramento abrangente da infestação.

Dentro dos índices utilizados no LIRAA, dois indicadores tradicionais são amplamente empregados no monitoramento da infestação vetorial:

- Índice de Infestação Predial (IIP): representa a porcentagem de imóveis inspecionados que apresentam presença de larvas ou pupas do *Aedes aegypti*, servindo como um indicador da infestação vetorial na área urbana (FOCKS et al., 1997).

- Índice de Breteau (IB): calcula o número de criadouros positivos para formas imaturas do *Aedes aegypti* (larvas ou pupas) a cada 100 imóveis inspecionados, fornecendo um panorama da distribuição espacial da infestação e auxiliando na identificação de áreas críticas para a transmissão de arboviroses (FOCKS et al., 1997).

No caso das ADULTRAPs, utilizadas para um monitoramento mais preciso da população vetorial ativa, são calculados dois índices adicionais:

- Índice de Positividade das Armadilhas (IPA): corresponde à proporção de ADULTRAPs positivas para a presença de *Aedes aegypti* adultos, permitindo a identificação de locais com maior risco de ocorrência e distribuição do vetor (LEANDRO et al., 2022).

- Índice de Densidade de Adultos (IDA): quantifica a densidade populacional de mosquitos adultos, sendo calculado pela razão entre o número total de *Aedes aegypti* capturados e o número total de armadilhas inspecionadas. Esse índice fornece uma estimativa da pressão vetorial, sendo útil para avaliar o impacto das condições ambientais sobre a população do vetor (LEANDRO et al., 2022).

## 2.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Cada índice foi avaliado por meio de modelos lineares generalizados mistos (GLMM, do inglês Generalized Linear Mixed Models), considerando pseudorreplacação temporal (BATES et al., 2015). Nos modelos, o efeito fixo incluiu as variáveis climáticas (temperatura média e precipitação acumulada), enquanto as variáveis resposta foram os valores médios dos índices de larvas e mosquitos adultos (IIP, IB, IPA e IDA) de todo o município. A estrutura de efeito aleatório contínuo incorporou cada data de reamostragem, com 30 níveis, representando cada coleta ao longo do tempo (CRAWLEY, 2005). Adotou-se uma distribuição Gaussiana para a variável resposta contínua, uma vez que se utilizou os dados obtidos pelos índices, e os modelos foram implementados utilizando o pacote R “lme4”. Os valores de significância para os efeitos fixos foram obtidos por meio do pacote “lmerTest”. A seleção do melhor conjunto preditivo (variável climática + índice) foi realizada com base no Critério de Informação de Akaike (AIC), utilizando a diferença entre os valores de AIC corrigidos ( $\Delta AICc$ ) e os pesos de Akaike ( $wAICc$ ) para classificar e avaliar o suporte relativo de cada modelo (BURNHAM; ANDERSON, 2002). O  $\Delta AICc$  foi empregado para comparar as diferenças nas pontuações de AIC entre o modelo melhor ajustado e os demais modelos. Os pesos de Akaike ( $wAICc$ ) foram utilizados para quantificar a incerteza na seleção dos modelos, representando a probabilidade de um determinado modelo ser o melhor entre os candidatos, dado o conjunto de dados (BURNHAM; ANDERSON, 2002; RICHARDS et al., 2011). O modelo mais suportado foi definido com base nos seguintes critérios: (1) rejeição da hipótese nula do GLMM ( $p < 0,05$ ), (2) menor valor de AIC e (3) peso de AIC superior a 0,7 (conjunto de confiança de 70%) (BURNHAM; ANDERSON, 2002). Modelos com  $\Delta AICc$  inferior a 4,0 foram considerados estatisticamente equivalentes (LUKACS et al., 2007). As análises de  $\Delta AICc$  e  $wAICc$  foram realizadas utilizando o pacote R “bbmle”.

### 3 RESULTADOS

Com base nos dados climáticos obtidos, a maior temperatura média máxima foi registrada em março de 2017 com uma média de 26,55°C. A menor temperatura média mínima foi em setembro de 2018 com uma média de 15,7°C. A maior precipitação máxima foi em março de 2021 com 676,6 mm e a menor precipitação mínima foi em setembro de 2019 com 45,6 mm (Figura 2).

Em relação aos índices entomológicos, o Índice de Infestação Predial (IIP) em 2021 apresentou o maior valor de 5,70% em janeiro de 2021 e o menor em julho de 2020 com 0,50%. O Índice de Breteau (IB) teve o maior valor de 6,85% em janeiro de 2021 e ao menor valor de 0,64% em setembro de 2019. Em relação aos índices de captura de adultos, o Índice de Positividade das Armadilhas (IPA) obteve o maior valor em maio de 2021, totalizando 19,60 e o menor valor em setembro de 2018, igualando 3,50. O Índice de Densidade de Adultos (IDA) tem sua maior incidência de 72,44 em março de 2021 e o menor valor de 5,38 em setembro de 2018 (Figura 3).

Figura 2 –Precipitação acumulada e temperatura média no período de 2017 a 2021 em Foz do Iguaçu, PR. Fonte: SIMEPAR (2024)

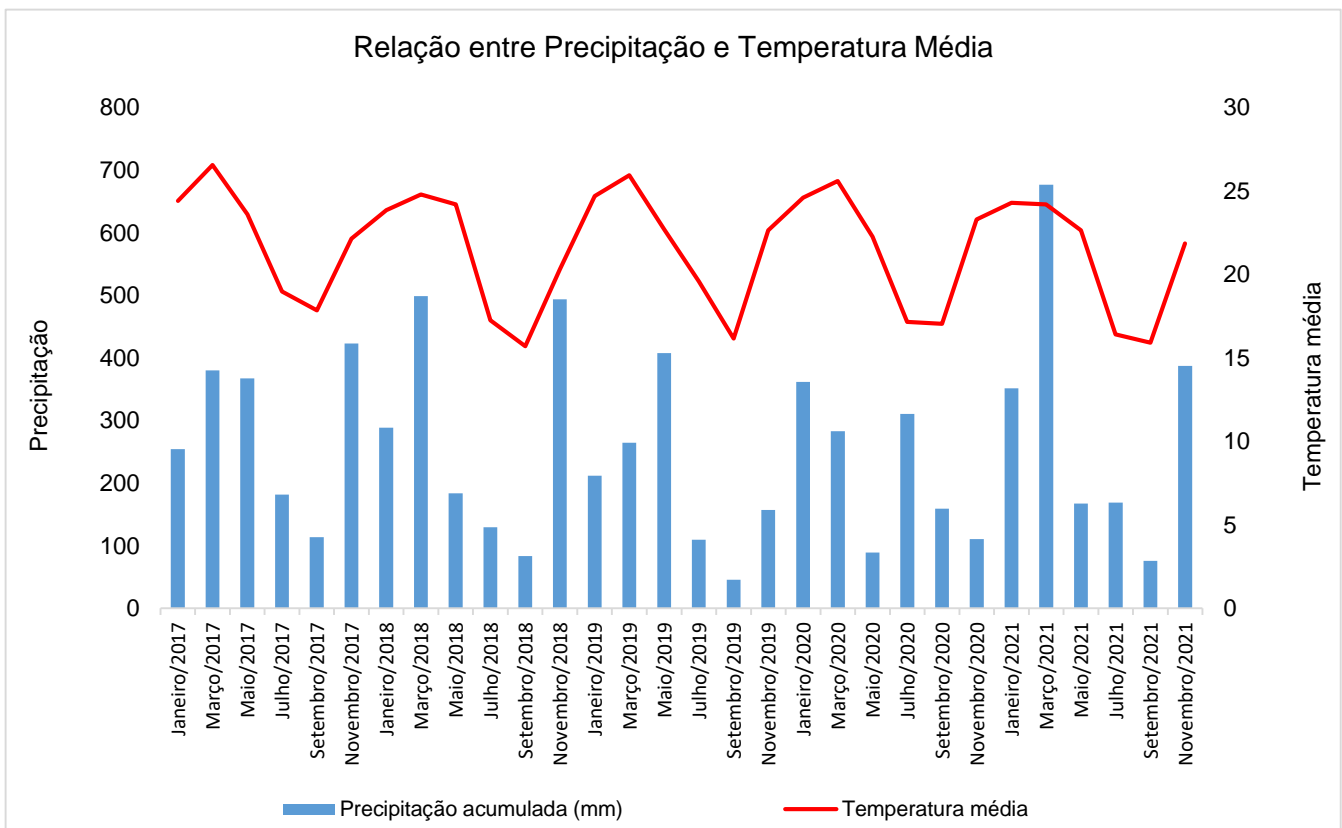
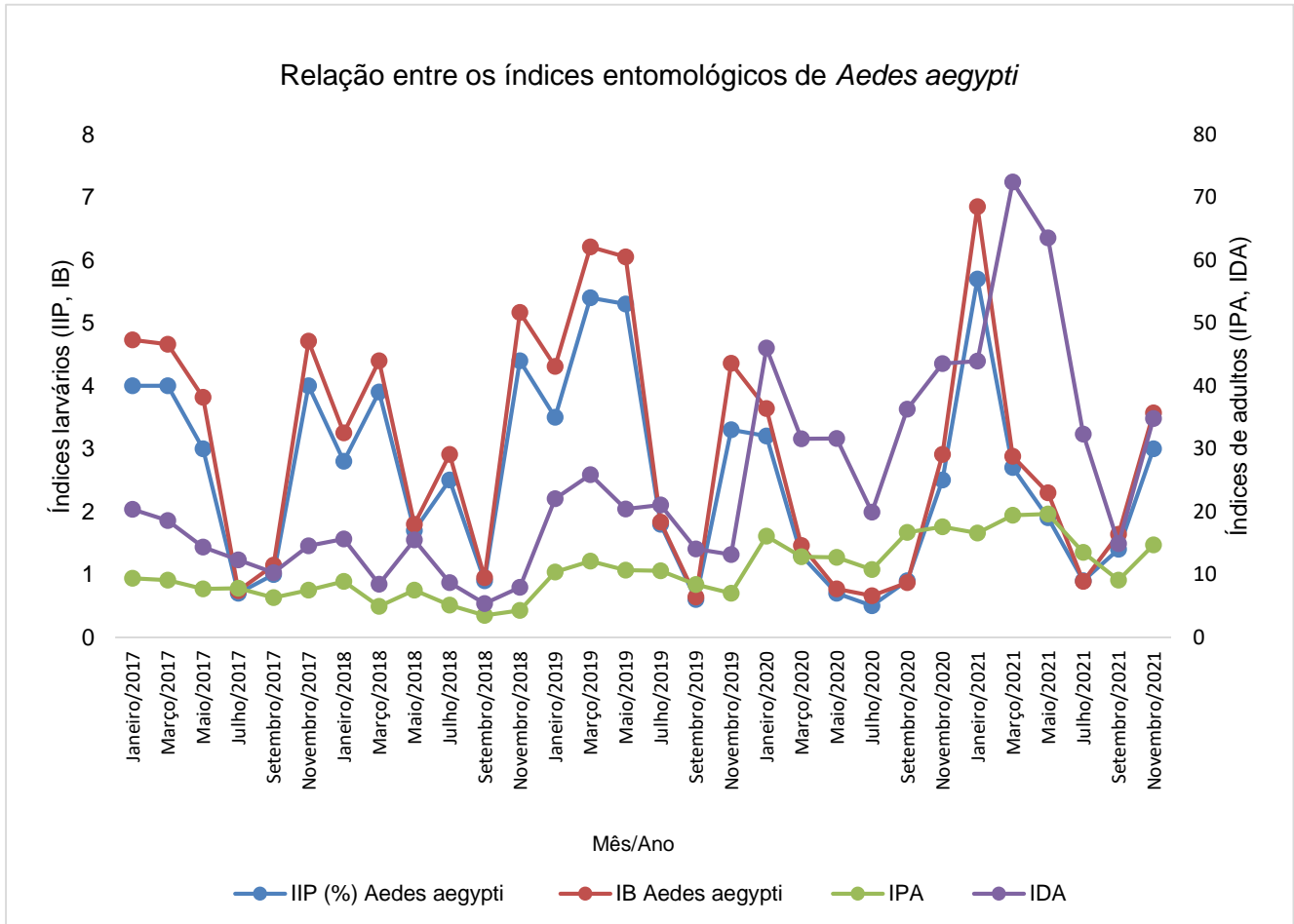


Figura 3 – Índices entomológicos de *Aedes aegypti* no período de 2017 a 2021 em Foz do Iguaçu, PR. Fonte: CCZ (2024)



Os índices entomológicos IIP e IB, baseados em índices larvários de *Aedes aegypti*, apresentaram relação estatisticamente significativa com os parâmetros climáticos analisados de Foz do Iguaçu durante o período de 2017 a 2021 (Tabela 1 e 2), enquanto os índices entomológicos IPA e IDA, baseados em levantamentos de mosquitos adultos, não apresentaram esta relação significativa. Portanto, os índices larvários demonstraram susceptibilidade aos fatores climáticos analisados, ao contrário dos índices de adultos, explicando que, quanto maior a temperatura média e precipitação, maior a quantidade de larvas de *Aedes aegypti*. Além disso, observa-se que a interação entre o índice entomológico de Infestação Predial (IIP) e a temperatura média apresenta a maior explicação dentre as interações dos índices larvários e fatores climáticos (AIC, Tabela 3).

**Tabela 1.** Resultados dos Modelos Lineares Generalizados Mistos (GLMM) avaliando a relação entre a precipitação acumulada e os índices de monitoramento de *Aedes aegypti* em Foz do Iguaçu, Brasil, durante o período de 2017 a 2021. IIP= Índice de Infestação Predial (LIRAA), IB= Índice de Breteau (LIRAA), IPA= Índice de Positividade das Armadilhas (Adultrap), IDA= Índice de Densidade de Adultos (Adultrap). Asteriscos representam os níveis de significância: \*\*\* < 0,0001, \*\* < 0,001.

Índices	Fator	Estimativa	Erro padrão	Valor de t
IIP	Intercept	1,398	0,540546	2,586*
	Precipitação	0,004	0,001654	2,783**
IB	Intercept	1,733075	0,677429	2,558*
	Precipitação	0,004937	0,002012	2,454*
IPA	Intercept	9,510244	1,522111	6,248*
	Precipitação	0,004093	0,005112	0,801
IDA	Intercept	16,60102	5,73379	2,895
	Precipitação	0,02523	0,01912	1,320

**Tabela 2.** Resultados dos Modelos Lineares Generalizados Mistos (GLMM) avaliando a relação entre a temperatura média e os índices de monitoramento de *Aedes aegypti* em Foz do Iguaçu, Brasil, durante o período de 2017 a 2021. IIP= Índice de Infestação Predial (LIRAA), IB= Índice de Breteau (LIRAA), IPA= Índice de Positividade das Armadilhas (Adultrap), IDA= Índice de Densidade de Adultos (Adultrap). Asteriscos representam os níveis de significância: \*\*\* < 0,0001, \*\* < 0,001.

Índices	Fator	Estimativa	Erro padrão	Valor de t
IIP	Intercept	-3,75501	1,40527	-2,672*
	Temperatura	0,29407	0,06441	4,566***
IB	Intercept	-4,47949	1,81153	-2,473
	Temperatura	0,34722	0,08302	4,182*
IPA	Intercept	1,7751	3,3333	0,533
	Temperatura	0,4358	0,1531	2,847
IDA	Intercept	-7,6134	17,9468	-0,424
	Temperatura	1,4871	0,8224	1,808

**Tabela 3.** Resultados do Critério de Informação de Akaike (AIC) classificando os modelos mais parcimoniosos (em ordem decrescente) que predizem a relação entre fatores climáticos e os índices de monitoramento de *Aedes aegypti* em Foz do Iguaçu, Brasil\*.

Conjunto Preditivo	$\Delta AICc$	wAICc
IIP x Temperatura	0,0	0,987
IIP x Precipitação	9,8	0,007
IB x Temperatura	10,3	0,005
IB x Precipitação	20,3	<0,001

\* Baseado em  $p \leq 0,05$  em modelos lineares generalizados mistos (GLMM). Cada modelo foi representado como a relação entre cada fator climático (temperatura média e precipitação acumulada) e os índices de monitoramento de mosquito. IIP= Índice de Infestação Predial (LIRAA), IB= Índice de Breteau (LIRAA).  $\Delta AICc$ , diferença no Critério de Informação de Akaike corrigido; wAICc, pesos do Critério de Informação de Akaike corrigido.

## 4 DISCUSSÃO

Esse estudo teve como objetivo relacionar dados climáticos com índices larvários do mosquito da dengue (IIP, IB) e de adultos (IPA, IDA). Os resultados mostraram que apenas o estágio larval é susceptível às variações climáticas relacionadas à temperatura e precipitação.

Os índices larvários IIP e IB, demonstraram ser métricas sensíveis às variações de temperatura, reforçando sua utilidade na vigilância do vetor. Os resultados também confirmam a importância dos índices larvários como ferramenta para a vigilância entomológica do *Aedes aegypti*. Os índices baseados na detecção de larvas dependem da padronização metodológica e da qualidade da execução do monitoramento para garantir dados representativos (CODEÇO et al., 2015). A sazonalidade da infestação larvária mostrou-se fortemente influenciada pela temperatura e precipitação, indicando que ambos os fatores afetam diretamente o desenvolvimento das larvas de *Aedes aegypti* (HEINISCH et al., 2019). Dessa forma, enquanto temperatura e precipitação regulam diretamente o desenvolvimento das larvas, os adultos já emergidos não dependem diretamente desses fatores para sua sobrevivência imediata, reduzindo a associação entre os índices de captura de adultos (IPA e IDA) e as variáveis climáticas. Isso pode ser explicado pela capacidade dos mosquitos adultos de modificar seu comportamento em resposta a condições ambientais adversas. Em períodos de altas temperaturas e baixa umidade, alados buscam abrigo em locais sombreados e menos expostos, reduzindo sua atividade de voo e, conseqüentemente, sua captura em armadilhas (CODEÇO et al., 2015; LEGA et al., 2017). Dessa forma, enquanto temperatura e precipitação regulam diretamente o desenvolvimento das larvas, mais sésseis, os adultos já emergidos não dependem desses fatores para sua sobrevivência imediata, reduzindo a força da associação entre os índices de captura de adultos (IPA e IDA) e as variáveis climáticas.

A relação entre temperatura e densidade larval já foi amplamente discutida na literatura. Estudos realizados no Rio de Janeiro indicaram uma maior abundância de larvas durante períodos com temperaturas mais elevadas. Os autores demonstraram que o aumento da temperatura diurna acelera o desenvolvimento das formas imaturas do *Aedes aegypti*. No entanto, também observaram que, em condições de alta densidade larval, a mortalidade tende a aumentar. Ainda assim, o efeito da temperatura se mostrou determinante na redução do tempo necessário para a emergência dos adultos,

evidenciando sua influência direta sobre o ciclo de vida do vetor (ZAPLETAL et al., 2018). Em pesquisas conduzidas na região subtropical da América do Sul, constatou-se que as temperaturas ideais para o crescimento, a longevidade e a fertilidade do *Aedes aegypti* oscilam entre 22°C e 32°C, favorecendo a diminuição do período de desenvolvimento e o aumento da taxa de sobrevivência larval (BESERRA et al., 2006). Nossos resultados corroboram com esses estudos, que os índices larvários apresentam uma relação significativamente com temperatura média e precipitação acumulada.

A temperatura apresenta uma grande influência em todas as etapas do ciclo de vida do mosquito, desde o período de desenvolvimento larval, a permanência dos adultos até a sua dispersão no meio ambiente (ALTO; JULIANO, 2001; CALADO; NAVARRO-SILVA, 2002; DELATTE et al., 2009; FARNESI et al., 2009; FARNESI et al., 2009). Uma vez que os mosquitos são ectotérmicos, as mudanças de temperatura afetam sua distribuição e presença no meio ambiente (ATKINSON, 2022). Isso quer dizer que suas funções biológicas dependem da temperatura do ambiente. A variação de temperatura também influencia a transmissão de doenças (MOSER et al., 2023). Logo, esse espécime é extremamente sensível às mudanças de temperatura, o que afeta a não só seu processo reprodutivo, como sua distribuição geográfica e, conseqüentemente, o seu sucesso ambiental (GLASSER; GOMES, 2002). Contudo, há ainda uma variação da resposta dos mosquitos aos fatores ambientais, o que pode desviar de previsões de modelos padrões, pelo fato de que existe heterogeneidade biológica entre espécies e interdependências não lineares entre os fatores climáticos (BARTLOW et al., 2019). A temperatura é um fator determinante no metabolismo e na taxa de reprodução do *Aedes aegypti* (MOSER et al., 2023). Em períodos mais quentes, a taxa de reprodução do *Aedes aegypti* pode se intensificar, pois reduz o tempo necessário para completar o ciclo biológico e leva ao aumento da busca por criadouros disponíveis (GIMENEZ et al., 2020). Esse efeito foi evidenciado neste estudo, no qual os índices IIP e IB foram mais sensíveis às variações de temperatura do que os índices baseados em captura de adultos, IPA e IDA.

A precipitação, por sua vez, tem sido amplamente apontada como um fator determinante para o aumento da abundância larval de *Aedes aegypti* (MIYAZAKI et al., 2009; WILKE et al., 2017a), o que foi confirmado pelos resultados obtidos, que indicaram uma relação estatisticamente significativa entre precipitação acumulada e os índices larvários. Apesar de a chuva influenciar a disponibilidade de criadouros, criando condições favoráveis para a eclosão de ovos e o desenvolvimento larval (RIVAS et al., 2018), a temperatura demonstrou exercer um papel ainda mais influente na dinâmica de proliferação

do vetor. Esses resultados estão em concordância com estudos anteriores que indicam que a precipitação, isoladamente, não garante o aumento da população do *Aedes aegypti*, pois a eclosão dos ovos e o desenvolvimento das formas imaturas também dependem de condições térmicas adequadas (HEINISCH et al., 2019).

Outro fator relevante a ser considerado é a influência do ambiente urbano sobre a disponibilidade de criadouros. Em áreas densamente povoadas, o *Aedes aegypti* encontra diversas locais artificiais favoráveis à oviposição, como caixas d'água destampadas, pneus acumulados, ralos, entulhos e outros recipientes descartados inadequadamente (MICIELI; CAMPOS, 2003). A presença desses criadouros artificiais contribui para a manutenção da atividade vetorial mesmo em períodos de estiagem, reduzindo a dependência da chuva como único fator de estímulo à eclosão e desenvolvimento das larvas.

Além disso, eventos de precipitações intensas podem, em alguns casos, ter um efeito contrário ao esperado, uma vez que eventos de chuva forte podem remover criadouros temporários, dispersar ovos e larvas e até mesmo afetar a eficiência das armadilhas de monitoramento entomológico quando mal posicionadas, alterando o comportamento dos mosquitos, reduzindo sua atividade de voo e, conseqüentemente, sua detecção durante o monitoramento (CODEÇO et al., 2015). Tais variabilidades ajudam a explicar os motivos da temperatura se apresentar mais importante na presença e contagem de larvas, quando comparada à precipitação acumulada.

Cabe destacar ainda que os ovos de *Aedes aegypti* possuem alta resistência à dessecação, podendo permanecer viáveis por longos períodos em ambientes secos. Após eventos de precipitação intensa, uma grande quantidade de ovos pode eclodir simultaneamente, resultando em picos de densidade larval em curtos períodos de tempo (LEGA et al., 2017).

Historicamente, as campanhas de prevenção da dengue no Brasil têm se concentrado nos domicílios, visando identificar e eliminar os criadouros do *Aedes aegypti* ou, quando a remoção não é possível, tratar a água com larvicidas. Além disso, grandes campanhas públicas são utilizadas para mobilizar a população no combate ao vetor. Essas ações enfatizam principalmente a eliminação de criadouros em áreas residenciais, o que pode resultar na negligência de criadouros situados em áreas públicas, especialmente aqueles sem contêineres fixos. Criadouros não domiciliares, como bueiros (MANRIQUE-SAIDE et al., 2013), bacias de captação subterrâneas e contêineres não descartáveis (PAPLOSKI et al., 2016), foram previamente identificados como habitats importantes para o *Aedes aegypti* e outros mosquitos em diversos estudos. No México, um esforço intensivo de captura de

mosquitos, realizado para compreender a importância relativa de diferentes recipientes como habitats de larvas, revelou que todos os 15 bueiros identificados na área de estudo continham água residual e 60% deles estavam povoados por larvas e adultos de *Aedes aegypti*. Em contraste, durante as inspeções regulares de residências na mesma área, apenas sete recipientes com água foram encontrados, dos quais apenas um deles continha larvas do vetor (PAPLOSKI et al., 2016). Os autores também estimaram que o número de adultos produzidos por dia nos bueiros era de 12 indivíduos, enquanto nos recipientes encontrados em residências, esse número foi zero (PAPLOSKI et al., 2016). Esses achados reforçam que ambientes urbanos podem conter criadouros produtivos que frequentemente não são contemplados nas estratégias tradicionais de controle vetorial.

A ausência de relação entre fatores climáticos e presença de adultos do mosquito corrobora com achados recentes no município. Um estudo realizado em Foz do Iguaçu por Leandro et al. (2024) analisou a relação entre a abundância de *Aedes aegypti* e a transmissão da dengue em crianças menores de 10 anos, ao longo de 13 meses durante a pandemia da COVID-19. Os autores não encontraram correlação significativa entre os índices entomológicos baseados em adultos e os casos de dengue. Apesar da expectativa de que variáveis climáticas, como temperatura e precipitação, afetassem diretamente a abundância de mosquitos adultos, os dados mostraram que essas variáveis não foram determinantes na transmissão da doença. Nenhuma variável ambiental, incluindo temperatura e precipitação, apresentou relação direta com a incidência da doença (LEANDRO et al., 2024). Esses achados sugerem que fatores ecológicos e sociais podem ser mais relevantes na dinâmica da transmissão da dengue do que simplesmente a abundância de mosquitos adultos em uma determinada área. Destacam-se entre esses fatores a mobilidade humana, que pode dissociar o local de infecção do local de diagnóstico, a imunidade da população, que pode reduzir a incidência da doença mesmo em áreas com alta infestação, e a exposição diferenciada ao vetor, que depende da estrutura urbana e dos hábitos locais da população. Além disso, os métodos de captura utilizados nas armadilhas podem não refletir com precisão a abundância real de mosquitos, pois o tipo de criadouro próximo e a necessidade de armazenamento de água influenciam a captura de adultos (LEANDRO et al., 2024).

Outro aspecto importante na dinâmica populacional do *Aedes aegypti* é a influência dos fatores ambientais. Os mosquitos, devido às suas características fisiológicas e comportamentais, apresentam uma relação complexa e não linear com a temperatura (JOHNSON et al., 2015; LOWE et al., 2018; RYAN et al., 2019). Muitos estudos fazem

suposições simplistas sobre essa relação, sem considerar a interação de múltiplas variáveis ambientais e ecológicas (TESLA et al., 2018; JOHANSSON et al., 2014; RUIZ et al., 2012; ZHANG et al., 2017). Segundo Erraguntla et al. (2021), os efeitos da temperatura nos mosquitos variam conforme o estágio de vida, sendo as fases imaturas (ovos e larvas) altamente sensíveis à temperatura e precipitação, pois dependem dessas condições para o desenvolvimento. Por outro lado, os mosquitos adultos podem buscar abrigo em microclimas mais estáveis, reduzindo o impacto direto das condições ambientais externas.

Essa realidade ajuda a explicar por que os índices baseados na captura de adultos (IPA e IDA) não apresentaram correlação significativa com as variáveis climáticas no presente estudo. Modelos populacionais tradicionalmente utilizam dados macroclimáticos para estimar a dinâmica do vetor (ERRAGUNTLA et al., 2021); no entanto, tais abordagens tendem a desconsiderar variações locais, como microclimas urbanos, em que estruturas sombreadas, úmidas ou abrigadas mantêm temperaturas mais estáveis, favorecendo a permanência dos adultos sem necessariamente refletir nos dados capturados por armadilhas (CREPEAU et al., 2013; EVANS et al., 2019).

Além disso, fatores bióticos e abióticos atuam em múltiplas escalas e influenciam o comportamento e a distribuição do vetor adulto. O uso de pesticidas, a competição entre espécies, a estrutura da paisagem urbana e processos regionais e globais, como mudanças climáticas, afetam significativamente a presença dos adultos e sua detecção nos métodos de monitoramento (SCHRAMA et al., 2018; STEFFEN et al., 2015). Tais complexidades ecológicas ajudam a entender por que, mesmo em condições ambientais aparentemente favoráveis, os índices de adultos não apresentaram relação estatisticamente significativa com as variáveis analisadas neste estudo, ao contrário dos índices larvários, que responderam de forma mais direta às variações de temperatura e precipitação.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo buscou compreender a influência da precipitação acumulada e da temperatura média na abundância de *Aedes aegypti*, utilizando índices entomológicos de monitoramento da dengue. Os resultados obtidos indicaram que tanto a temperatura quanto a precipitação, foram determinantes na abundância de larvas do vetor, mas não foram preditores significativos da abundância nos mosquitos adultos, sugerindo que outros fatores estariam influenciando na abundância de mosquitos adultos de *Aedes aegypti*, como microclimas urbanos, disponibilidade de criadouros alternativos e condições ambientais locais, que desempenham um papel importante na proliferação do vetor.

O índice entomológico IIP demonstrou maior sensibilidade às variáveis climáticas analisadas, especialmente em comparação ao Índice de Breteau (IB). Embora o IB também tenha apresentado significância estatística, sua resposta foi mais discreta. Isso pode estar relacionado ao fato de que o IB considera apenas a quantidade total de criadouros positivos, sem levar em conta a proporção de imóveis afetados, o que pode reduzir sua precisão em determinados contextos. Por sua vez, o método das ADULTRAP, explorando índices IPA e IDA, não demonstraram relação significativa com parâmetros climáticos analisados, refletindo a ausência de influência direta na abundância dos mosquitos adultos. Isso reflete que esse método não apresenta relação pontual com os esses fatores climáticos, mas não garante que seu desempenho seja inferior, já que possivelmente esteja influenciada por outros parâmetros que este estudo não abordou (i.e., microclimas, sítios de vida alternativos como bueiros, terrenos baldios). Ademais, é um método simples e barato, já que utiliza apenas água de torneira como potencial atrativo e vários estudos comprovaram a eficácia segundo outros vieses. Contudo, os resultados demonstram que a metodologia do LIRAA é mais sensível na relação com fatores climáticos, como precipitação e temperatura.

Existe a necessidade de expandir as estratégias de controle vetorial para além dos criadouros domiciliares, que tradicionalmente são o foco das campanhas de combate ao *Aedes aegypti*. Tanto criadouros convencionais quanto não convencionais, que contenham qualquer volume de água, podem favorecer o desenvolvimento do mosquito. Dessa forma, é indispensável eliminar focos de água que podem ser encontrados em bueiros, bacias de captação, entre outros potenciais criadouros, pois desempenhando um papel fundamental na persistência da população do vetor. Portanto, estratégias mais abrangentes de monitoramento e controle são fundamentais para aumentar a eficácia das medidas preventivas. Desta forma, o combate à dengue deve considerar não apenas os fatores

climáticos, mas também aspectos ecológicos, sociais e estruturais que influenciam a reprodução e distribuição do mosquito. Além disso, sugere-se que futuros estudos aprofundem a investigação sobre o impacto de microclimas urbanos e a influência de variáveis ecológicas na infestação do mosquito, a fim de otimizar as estratégias de monitoramento e controle.

## REFERÊNCIAS

ALI, S. A.; AHMAD, A. Spatial susceptibility analysis of vector-borne diseases in KMC using geospatial technique and MCDM approach. **Modeling Earth Systems and Environment**, v. 5, n. 3, p. 1135–1159, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s40808-019-00586-y>. Acesso em: julho 2024.

BATES, D.; MÄCHLER, M.; BOLKER, B.; WALKER, S. Fitting linear mixed-effects models using lme4. **Journal of Statistical Software**, v. 67, n. 1, p. 1–48, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.18637/jss.v067.i01>. Acesso em: fevereiro 2025.

BENITEZ, E. M.; ESTALLO, E. L.; GRECH, M. G.; FRÍAS-CÉSPEDES, M.; ALMIRÓN, W. R.; ROBERT, M. A.; LUDUEÑA-ALMEIDA, F. F. Understanding the role of temporal variation of environmental variables in predicting *Aedes aegypti* oviposition activity in a temperate region of Argentina. **Acta Tropica**, v. 216, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2020.105744>. Acesso em: fevereiro 2025.

BESERRA, E. B. et al. Efeitos da temperatura no ciclo de vida, exigências térmicas e estimativas do número de gerações anuais de *Aedes aegypti* (Diptera, Culicidae). Iheringia. **Série Zoologia**, v. 99, n. 2, p. 142–148, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0073-47212009000200004>. Acesso em: julho 2024.

BURNHAM, K. P.; ANDERSON, D. R. Model selection and inference: a practical information-theoretic approach. 2. ed. New York: Springer-Verlag, 2002. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/b97636>. Acesso em: fevereiro 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. Levantamento rápido de índices para *Aedes aegypti* (LIRAA). Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/a/arboviroses/liraa>. Acesso em: outubro 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. Diretrizes nacionais para prevenção e controle de epidemias de dengue. Brasília: Ministério da Saúde, 2009. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de->

[conteudo/publicacoes/svsa/dengue/diretrizes\\_nacionais\\_prevencao\\_controle\\_dengue.pdf/view](#). Acesso em: março 2025.

CLIMATE-DATA. Clima Foz do Iguaçu. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/americas-do-sul/brasil/parana/foz-do-iguacu-879808/>. Acesso em: outubro 2024.

CODEÇO, C. T.; LIMA, A. W. S.; ARAÚJO, S. C.; LIMA, J. B. P.; MACIEL-DE-FREITAS, R.; HONÓRIO, N. A.; et al. Surveillance of *Aedes aegypti*: Comparison of House Index with Four Alternative Traps. **PLoS Neglected Tropical Diseases**, v. 9, n. 2, p. e0003475, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0003475>. Acesso em: fevereiro 2025.

COSTA, A. C. et al. Influence of hydroclimatic variability on dengue incidence in a tropical dryland area. **Acta Tropica**, v. 235, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2022.106657>. Acesso em: julho 2024.

COSTA, M. A. R. A ocorrência do *Aedes aegypti* na região noroeste do Paraná: um estudo sobre a epidemia da dengue em Paranavaí – 1999, na perspectiva da geografia médica. 2001. 214 p. Dissertação (Mestrado interinstitucional – UNESP/FAFIPA) — Universidade Estadual Paulista. Disponível em: <<http://repositorio.unesp.br/handle/11449/89825>> Acesso em: agosto 2024.

CUSTÓDIO, J. M. O. et al. Abiotic factors and population dynamic of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in an endemic area of dengue in Brazil. **Revista Do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**, v. 61, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s1678-9946201961018>. Acesso em: agosto 2024.

CRAWLEY, M. J. Statistics: an introduction using R. London: **Wiley**, 2005. 342 p. ISBN 0470022973.

DENÓBILE, C.; CHIBA DE CASTRO, W. A.; SILVA MATOS, D. M. d. Public Health Implications of Invasive Plants: A Scientometric Study. **Plants**, v. 12, p. 661, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/plants12030661>. Acesso em: outubro 2024.

DUQUE L., J. E.; V. DA SILVA, R.; KUWABARA, E. F.; NAVARRO-SILVA, M. A. Dengue no Estado do Paraná, Brasil: distribuição temporal e espacial no período 1995-2007. *Salud UIS*, [S. l.], v. 42, n. 2, 2010. Disponível em:

<https://revistas.uis.edu.co/index.php/revistasaluduis/article/view/1396>. Acesso em: fevereiro 2025.

ESTALLO, E. L. et al. Weather variability associated with *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Dengue Vector) oviposition dynamics in Northwestern Argentina. **PLoS ONE**, v. 10, n. 5, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0127820>. Acesso em: julho 2024.

ESPINOSA, M. et al. Temporal dynamics and spatial patterns of *Aedes aegypti* breeding sites, in the context of a dengue control program in Tartagal (Salta Province, Argentina). **PLOS Neglected Tropical Diseases**, v. 10, n. 5, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0004621>. Acesso em: julho 2024.

ERRAGUNTLA, M.; DAVE, D.; ZAPLETAL, J.; MYLES, K.; ADELMAN, Z. N.; POHLENZ, T. D.; LAWLEY, M. Predictive model for microclimatic temperature and its use in mosquito population modeling. **Scientific Reports**, v. 11, n. 18909, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41598-021-98316-x>. Acesso em: fevereiro 2025.

FIOCRUZ. Disponível em: <https://www.ioc.fiocruz.br/dengue/textos/longatraje.html>. Acesso em: agosto 2024.

GIMENEZ, J. O.; ALVAREZ, C. N.; ALMIRÓN, W. R.; STEIN, M. Meteorological variables associated with the temporal oviposition rate of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) in Resistencia city, Chaco province, Northeastern Argentina. **Acta Tropica**, v. 212, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2020.105678>. Acesso em: fevereiro 2025.

HADDAWAY, N. R.; PAGE, M. J.; PRITCHARD, C. C.; McGUINNESS, L. A. PRISMA2020: An R package and Shiny app for producing PRISMA 2020-compliant flow diagrams, with interactivity for optimised digital transparency and Open Synthesis. **Campbell Systematic Reviews**, v. 18, e1230, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/cl2.1230>. Acesso em:

outubro 2024.

HEINISCH, M. R. S.; DIAZ-QUIJANO, F. A.; CHIARAVALLOTTI-NETO, F.; MENEZES PANCETTI, F. G.; ROCHA COELHO, R.; DOS SANTOS ANDRADE, P.; URBINATTI, P. R.; DE ALMEIDA, R. M. M. S.; LIMA-CAMARA, T. N. Seasonal and spatial distribution of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in a municipal urban park in São Paulo, SP, Brazil.

**Acta Tropica**, v. 189, p. 104–113, 2019. Disponível em:

<https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2018.09.011>. Acesso em: fevereiro 2025.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em:

<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/foz-do-iguacu/panorama>. Acesso em: setembro 2024.

LEANDRO, A. et al. Development of an integrated surveillance system to improve preparedness for arbovirus outbreaks in a dengue endemic setting: descriptive study.

**JMIR Public Health and Surveillance**, v. 10, e62759, 14 nov. 2024. Disponível em:

<https://doi.org/10.2196/62759>. Acesso em: janeiro 2025.

LEANDRO, A. D. S. et al. The adoption of the One Health approach to improve surveillance of venomous animal injury, vector-borne and zoonotic diseases in Foz do Iguaçu, Brazil. **PLoS Neglected Tropical Diseases**, v. 15, n. 2, e0009109, 2021.

Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0009109>. Acesso em: outubro 2024.

LEANDRO, A. S. et al. Optimising the surveillance of *Aedes aegypti* in Brazil by selecting smaller representative areas within an endemic city. **Tropical Medicine & International Health**, v. 29, n. 5, p. 414-423, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/tmi.13985>.

Acesso em: setembro 2024.

LEANDRO, A. S.; CASTRO, W. A. C.; GAREY, M. V.; MACIEL-DE-FREITAS, R. Spatial analysis of dengue transmission in an endemic city in Brazil reveals high spatial structuring on local dengue transmission dynamics. **Nature**, v. 14, n. 8930, p. 1-12, 18 abr. 2024.

Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41598-024-59537-y>. Acesso em: fevereiro 2025.

LEANDRO, A. S., DE CASTRO, W., LOPES, R. D., DELAI, R. M., VILLELA, D., & DE-FREITAS, R. (2022). Citywide Integrated *Aedes aegypti* Mosquito Surveillance as Early Warning System for Arbovirus Transmission, Brazil. **Emerging Infectious Diseases**,

28(4), 701-706. Disponível em: <https://doi.org/10.3201/eid2804.211547>. Acesso em: janeiro 2025.

LUKACS, P. M.; THOMPSON, W. L.; KENDALL, W. L.; GOULD, W. R.; DOHERTY, P. F. JR.; BURNHAM, K. P.; ANDERSON, D. R. Concerns regarding a call for pluralism of information theory and hypothesis testing. **Journal of Applied Ecology**, v. 44, p. 456-460, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2006.01267.x>. Acesso em: fevereiro 2025.

MOSER, S. K.; BARNARD, M.; FRANTZ, R. M.; SPENCER, J. A.; RODARTE, K. A.; CROOKER, I. K.; BARTLOW, A. W.; ROMERO-SEVERSON, E.; MANORE, C. A. Scoping review of *Culex* mosquito life history trait heterogeneity in response to temperature. *Parasites & Vectors*, v. 16, p. 200, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s13071-023-05792-3>. Acesso em: fevereiro 2025.

NOLETO, J. V. O. et al. Use of ovitraps for the seasonal and spatial monitoring of *Aedes spp.* in an area endemic for arboviruses in Northeast Brazil. **Journal of Infection in Developing Countries**, v. 14, n. 4, p. 387–393, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3855/JIDC.12245>. Acesso em: setembro 2024.

NOVA, N. et al. Susceptible host availability modulates climate effects on dengue dynamics. **Ecology Letters**, v. 24, n. 3, p. 415–425, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/ele.13652>. Acesso em: agosto 2024.

OTERO, J.; TABARES, A.; SANTOS-VEGA, M. Exploring Dengue Dynamics: A Multi-Scale Analysis of Spatio-Temporal Trends in Ibagué, Colombia. **Viruses**, v. 16, n. 6, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/v16060906>. Acesso em: agosto 2024.

OPAS. Organização Pan-Americana da Saúde. OPAS alerta para risco de surtos de dengue devido à circulação do sorotipo DENV-3 nas Américas. 10 fev. 2025. Disponível em: <https://www.paho.org/pt/noticias/10-2-2025-opas-alerta-para-risco-surtos-dengue-devido-circulacao-do-sorotipo-denv-3-nas>. Acesso em: março 2025.

PAGE, Matthew J. et al. A declaração PRISMA 2020: diretriz atualizada para relatar

revisões sistemáticas. **Epidemiol. Serv. Saúde**, Brasília , v. 31, n.2, e2022107, 2022 . Disponível em: <[http://scielo.iec.gov.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1679-49742022000201700&lng=pt&nrm=iso](http://scielo.iec.gov.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-49742022000201700&lng=pt&nrm=iso)>. Acesso em 1 out. 2024. Epub 13-Jul-2022. <http://dx.doi.org/10.1590/s1679-49742022000200033>

PAPLOSKI, I. A. D.; RODRIGUES, M. S.; MUGABE, V. A.; et al. Storm drains as larval development and adult resting sites for *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in Salvador, Brazil. **Parasites & Vectors**, v. 9, p. 419, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s13071-016-1705-0>. Acesso em: fevereiro 2025.

PEEL, M. C.; FINLAYSON, B. L.; MCMAHON, T. A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. **Hydrology and Earth System Sciences**, v. 11, p. 1633–1644, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.5194/hess-11-1633-2007>. Acesso em: outubro 2024.

REINER, R. C. et al. Estimating the impact of city-wide *Aedes aegypti* population control: An observational study in Iquitos, Peru. **PLOS Neglected Tropical Diseases**, v. 13, n. 5, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0007255>. Acesso em: julho 2024.

RICHARDS, S. A.; WHITTINGHAM, M. J.; STEPHENS, P. A. Model selection and model averaging in behavioural ecology: the utility of the IT-AIC framework. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, v. 65, p. 77–89, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00265-010-1035-8>. Acesso em: fevereiro 2025.

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

RIVAS, A. V.; DEFANTE, R.; DELAI, R. M.; RIOS, J. A.; BRITTO, A. da S.; LEANDRO, A. de S.; GONÇALVES, D. D. Building Infestation Index for *Aedes aegypti* and occurrence of dengue fever in the municipality of Foz do Iguaçu, Paraná, Brazil, from 2001 to 2016. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 51, n. 1, p. 71–76, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0037-8682-0228-2017>. Acesso em: fevereiro 2025.

SECRETARIA MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE – SMMA. Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica – PMMA. Disponível em: <https://portaldosmunicipios.pr.gov.br/municipio/104/documento/67412>. Acesso em: outubro 2024.

SILVA, H. H. G. da; SILVA, I. G. da. Influência do período de quiescência dos ovos sobre o ciclo de vida de *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) (Diptera, Culicidae) em condições de laboratório. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 32, n. 4, p. 349–355, 1999. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0037-86821999000400003>. Acesso em: julho 2024.

SIPPY, R. et al. Seasonal patterns of dengue fever in rural Ecuador: 2009-2016. **PLoS Neglected Tropical Diseases**, v. 13, n. 5, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0007360>. Acesso em: julho 2024.

STEWART IBARRA, A. M. et al. Dengue Vector Dynamics (*Aedes aegypti*) Influenced by Climate and Social Factors in Ecuador: Implications for Targeted Control. **PLoS ONE**, v. 8, n. 11, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0078263>. Acesso em: julho 2024.

SCHRAMA, M.; GORSICH, E. E.; HUNTING, E. R.; BARMENTLO, S. H.; BEECHLER, B.; VAN BODEGOM, P. M. Eutrophication and predator presence overrule the effects of temperature on mosquito survival and development. **PLoS Neglected Tropical Diseases**, v. 12, n. 3, p. e0006354, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0006354>. Acesso em: fevereiro 2025.

TERRADAS, G. et al. Temperature affects viral kinetics and vectorial capacity of *Aedes aegypti* mosquitoes co-infected with Mayaro and Dengue viruses. **Parasites & Vectors**, v. 17, n. 1, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s13071-023-06109-0>. Acesso em: julho 2024.

TRIPET, F. et al. Competitive reduction by satyrization? Evidence for interspecific mating in nature and asymmetric reproductive competition between invasive mosquito vectors. **The**

**American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 85, n. 2, p. 265–270, 2011.

Disponível em: <https://doi.org/10.4269/ajtmh.2011.10-0677>. Acesso em: agosto 2024.

VALLE, D.; PIMENTA, D. N.; DA CUNHA, R. V. (Eds.). *Dengue: teorias e práticas*. Rio de Janeiro: **SciELO-Editora FIOCRUZ**, 2015.

ZAPLETAL, J.; ERRAGUNTLA, M.; ADELMAN, Z. N.; MYLES, K. M.; LAWLEY, M. A.

Impacts of diurnal temperature and larval density on aquatic development of *Aedes aegypti*. **PLoS ONE**, [S. l.], v. 13, n. 3, e0194025, 2018. Disponível em:

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0194025>. Acesso em: março 2025.

## **ANEXOS**

**ANEXO 1 – DADOS CLIMÁTICOS E ÍNDICES ENTOMOLÓGICOS DE *Aedes aegypti* EM FOZ DO IGUAÇU, PR, ENTRE 2017 E 2021.**

Ano	Mês	IIP (%) <i>Aedes aegypti</i> (HI)	IB <i>Aedes aegypti</i>	IPA	IDA	Precipitação acumulada (mm)	Temperatura média
2017	Janeiro	4,00	4,73	9,40	20,37	254	24,4
2017	Março	4,00	4,66	9,10	18,57	380	26,55
2017	Maio	3,00	3,82	7,70	14,37	367	23,6
2017	Julho	0,70	0,74	7,80	12,34	181,4	18,975
2017	Setembro	1,00	1,15	6,30	10,30	113,4	17,85
2017	Novembro	4,00	4,71	7,50	14,54	423,2	22,15
2018	Janeiro	2,80	3,25	8,90	15,62	288,6	23,85
2018	Março	3,90	4,4	4,90	8,45	498,8	24,8
2018	Maio	1,70	1,8	7,50	15,50	183,4	24,2
2018	Julho	2,50	2,91	5,10	8,70	129,2	17,25
2018	Setembro	0,90	0,95	3,50	5,38	83,4	15,7
2018	Novembro	4,40	5,17	4,30	7,95	493,4	20,3
2019	Janeiro	3,50	4,31	10,40	22,06	211,8	24,7
2019	Março	5,40	6,21	12,10	25,89	264,6	25,95
2019	Maio	5,30	6,05	10,70	20,43	407,6	22,7
2019	Julho	1,80	1,83	10,60	21,05	109,6	19,6
2019	Setembro	0,60	0,64	8,40	14,07	45,6	16,15
2019	Novembro	3,30	4,36	7,00	13,18	157	22,65
2020	Janeiro	3,20	3,64	16,10	46,01	361,6	24,6
2020	Março	1,30	1,46	12,80	31,58	282,8	25,6
2020	Maio	0,70	0,77	12,70	31,62	89,2	22,25
2020	Julho	0,50	0,66	10,80	19,90	310,4	17,15
2020	Setembro	0,90	0,87	16,70	36,29	158,8	17,05
2020	Novembro	2,50	2,91	17,60	43,53	110,4	23,3
2021	Janeiro	5,70	6,85	16,60	43,91	351,4	24,3
2021	Março	2,70	2,88	19,40	72,44	676,6	24,2
2021	Maio	1,90	2,3	19,60	63,55	167	22,65
2021	Julho	0,90	0,89	13,50	32,32	168,6	16,4
2021	Setembro	1,40	1,64	9,10	14,89	75,4	15,9
2021	Novembro	3,00	3,57	14,70	34,82	387,4	21,85