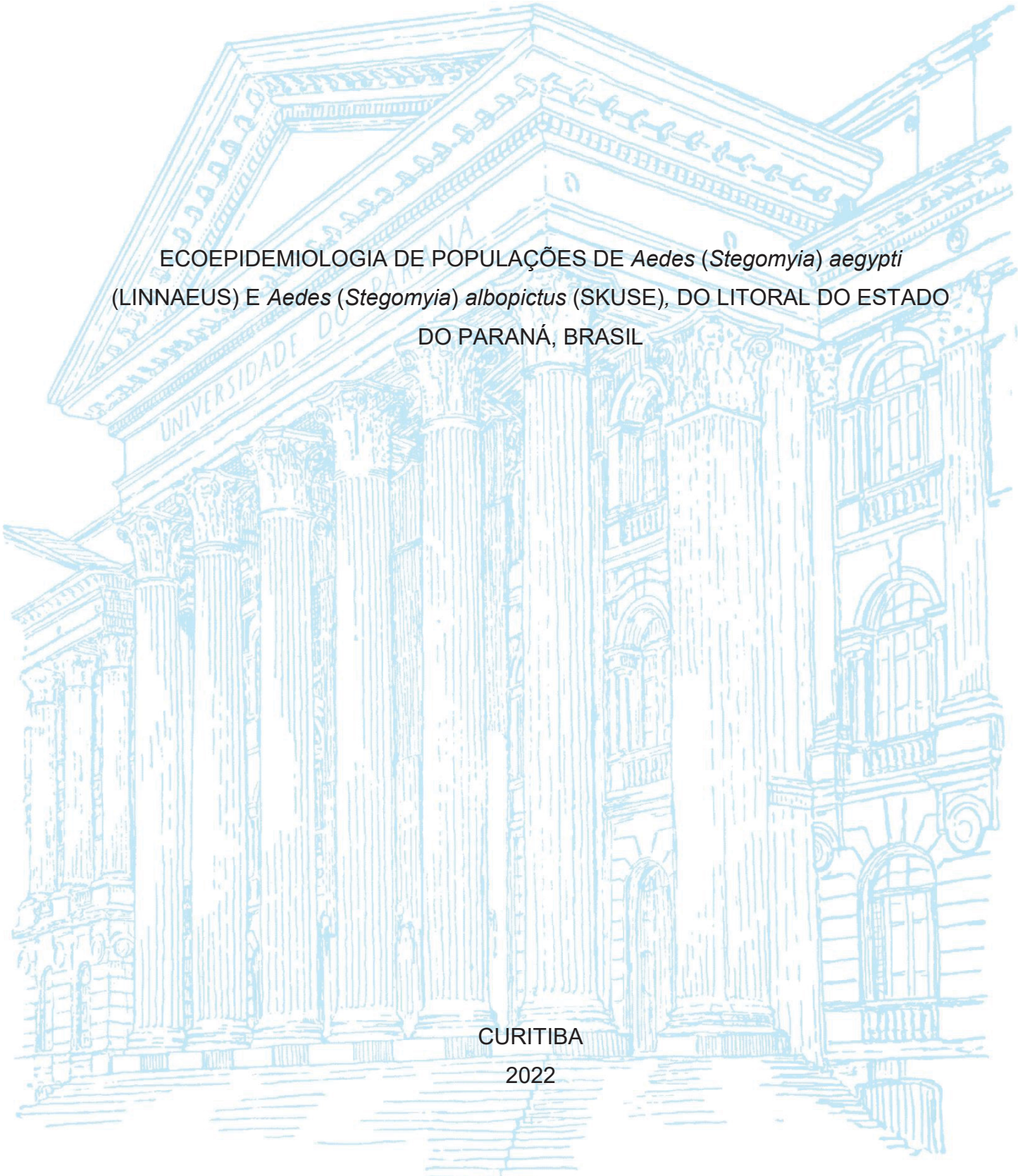
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

SILVIA JAQUELINE PEREIRA DE SOUZA



ECOEPIDEMIOLOGIA DE POPULAÇÕES DE *Aedes* (*Stegomyia*) *aegypti* (LINNAEUS) E *Aedes* (*Stegomyia*) *albopictus* (SKUSE), DO LITORAL DO ESTADO DO PARANÁ, BRASIL

CURITIBA

2022

SILVIA JAQUELINE PEREIRA DE SOUZA

ECOEPIDEMIOLOGIA DE POPULAÇÕES DE *Aedes* (*Stegomyia*) *aegypti* (LINNAEUS) E *Aedes* (*Stegomyia*) *albopictus* (SKUSE), DO LITORAL DO ESTADO DO PARANÁ, BRASIL

Tese apresentada ao Curso de Pós-graduação em Microbiologia, Parasitologia e Patologia, no Setor de Ciências Biológicas, na Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Doutora em Microbiologia, Parasitologia e Patologia.

Orientadora: Prof.ª Dra. Magda Clara Vieira da Costa-Ribeiro
Coorientadora: Dra. Claudia Nunes Duarte dos Santos

CURITIBA
2022

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SISTEMA DE BIBLIOTECAS – BIBLIOTECA DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Souza, Silvia Jaqueline Pereira de.
Ecoepidemiologia de populações de *Aedes* (*Stegomyia*) *aegypti* (Linnaeus) e *Aedes* (*Stegomyia*) *albopictus* (Skuse) do litoral do estado do Paraná, Brasil. / Silvia Jaqueline Pereira de Souza. – Curitiba, 2022.
1 recurso on-line : PDF.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Microbiologia, Parasitologia e Patologia.
Orientadora: Prof.ª Dra. Magda Clara Vieira da Costa-Ribeiro.
Coorientadora: Dra. Claudia Nunes Duarte dos Santos.

1. Relação vírus-vetor. 2. Arbovírus. 3. Aedes aegypti. 4. Aedes albopictus. 5. Mosquito. I. Costa-Ribeiro, Magda Clara Vieira da, 1969-. II. Santos, Claudia Nunes Duarte dos. III. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Microbiologia, Parasitologia e Patologia. IV. Título.

Bibliotecária: Rosilei Vilas Boas- CRB-9/939

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO MICROBIOLOGIA,
PARASITOLOGIA E PATOLOGIA - 40001016044P0

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação MICROBIOLOGIA, PARASITOLOGIA E PATOLOGIA da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da tese de Doutorado de **SILVIA JAQUELINE PEREIRA DE SOUZA** intitulada: **Ecoepidemiologia de populações de *Aedes* (*Stegomyia*) *aegypti* (Linnaeus) e *Aedes* (*Stegomyia*) *albopictus* (Skuse) do litoral do estado do Paraná, Brasil**, que após terem inquirido a aluna e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de doutora está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 15 de Dezembro de 2022.

Assinatura Eletrônica
17/12/2022 11:14:21.0
MAGDA CLARA VIEIRA DA COSTA RIBEIRO
Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica
19/12/2022 09:24:05.0
ANDREY JOSE DE ANDRADE
Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica
20/12/2022 10:30:02.0
AGOSTINHO CARDOSO DO NASCIMENTO PEREIRA
Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO)

Assinatura Eletrônica
21/12/2022 17:34:44.0
HUMBERTO DORIGUETTO GRAVINA
Avaliador Externo (FACULDADE DE CIêNCIAS FARMACêUTICAS DE RIBEIRãO PRETO, UNIVERSIDADE DE SãO PAULO')

Assinatura Eletrônica
19/12/2022 07:49:19.0
DÉBORA DO ROCIO KLISIOWICZ
Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Documento assinado eletronicamente de acordo com o disposto na legislação federal Decreto 8539 de 08 de outubro de 2015.
Gerado e autenticado pelo SIGA-UFPR, com a seguinte identificação única: 242555
Para autenticar este documento/assinatura, acesse https://www.prppg.ufpr.br/siga/visitante/autenticacaoassinaturas.jsp e insira o codigo 242555

AGRADECIMENTOS

À Deus, o único que sabe de todas as coisas.

À minha orientadora Prof.ª Dra. Magda Clara Vieira da Costa-Ribeiro pela orientação e ensinamentos, levarei suas lições para o resto da vida. Muito obrigada!

À Dra. Claudia Nunes Duarte dos Santos pela coorientação e apoio.

À minha família pelo apoio incondicional. Obrigada principalmente por entenderem os meus sonhos, e me apoiarem em todas as etapas da minha vida e por todo o amor.

Às minha amigas do coração pelo ombro amigo, pela atenção, pelos conselhos e principalmente por se preocuparem e importarem comigo.

Aos colegas de laboratório, pela ajuda nestes anos, pela troca de conhecimento e pelo momentos de descontração e apoio. A Natali e Luani que tanto ajudaram nos anos iniciais. Em especial a Leticia, você sempre tem uma palavra amiga e um sorriso para iluminar os dias difíceis.

Ao Prof. Andrey (um dia consigo deixar de falar “Senhor”), pelo acolhimento, conselhos e cafés, eles foram muito importantes nestes anos.

Ao Dr. Sérgio Herrero, pelo incentivo e apoio na busca pelo meu aperfeiçoamento.

Aos Municípios de Antonina, Morretes, Paranaguá no auxilio nas coletas de campo.

À Universidade Federal do Paraná, aos Professores e ao Programa de Pós-Graduação em Microbiologia, Parasitologia e Patologia.

Os obstáculos são como as montanhas que se erguem diante de nós, desafiando nossa determinação e força. Eles podem parecer intransponíveis, mas são apenas testes de nossa resiliência. Cada obstáculo superado é uma conquista que nos leva mais perto de nossos objetivos. À medida que enfrentamos essas barreiras, crescemos em sabedoria e autoconfiança. As conquistas são recompensas doces que celebram nossa persistência e coragem. Lembre-se, a jornada é tão importante quanto o destino, e os obstáculos são partes essenciais dessa jornada, moldando quem nos tornamos. Portanto, abrace os desafios com determinação, pois cada superação é uma conquista que nos impulsiona em direção aos nossos sonhos.

RESUMO

Aedes (*Stegomyia*) *aegypti* e *Aedes* (*Stegomyia*) *albopictus* são considerados os mais importantes vetores de arbovírus no mundo. Objetivou-se, neste estudo, avaliar a ecologia, a transmissão vertical de arbovírus em *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* e fatores ambientais e demográficos para a ocorrência de *A. aegypti* no litoral do Estado do Paraná, Brasil. No primeiro capítulo foi realizada revisão de literatura das espécies de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus,* abordando a origem e distribuição, a biologia, dispersão, infestação e permanência, fatores abióticos e socioeconômicos, sua importância epidemiológica e transmissão transovariana. No segundo capítulo foram analisados fatores que possam ter contribuído para a entrada e estabelecimento de *Ae. aegypti* no litoral do Paraná. Sendo assim, por meio de estudo retrospectivo de 18 anos, a entrada do *Ae. aegypti* no litoral paranaense teve como variável significativa positiva a população ($z=3,475$; $p<0,0005$), e negativa, a precipitação ($z=-0,319$; $p<0,0009$). No terceiro capítulo foram avaliados padrões de distribuição e influência de variáveis climáticas na oviposição de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* em Morretes. Os ovos foram coletados em ovitrampas durante um período de um ano (setembro de 2017 a setembro de 2018) e criados desde a eclosão até a emergência dos adultos. Ambas as espécies de *Aedes* foram encontradas em áreas antropizadas com alto índice de densidade humana. Os achados sugerem que a temperatura média mensal (LRT = 16,65, $p = 0,001$) teve influência positiva significativa na oviposição das espécies de *Aedes*. No quarto capítulo foi investigado a infecção transovariana de arbovírus (*Flavivirus*) nas populações *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* dos municípios de Antonina, Morretes e Paranaguá. Desta forma, foram instaladas armadilhas Adultrap® e Ovitrampas em 34 pontos ao longo de um transecto no município de Antonina, 23 pontos em Morretes e 15 pontos em Paranaguá (Ilha dos Valadares) no período de setembro/2017 a setembro/2018, com distância aproximada de 191,64 metros entre as mesmas. *Aedes albopictus* proveniente de ovitrampa das cidades de Antonina e de Morretes positivou para DENV, sinalizando a ocorrência de transmissão vertical/transovariana natural deste arbovírus por esse vetor. Considerando a ampla distribuição do DENV no litoral paranaense a recente presença do *Ae. aegypti* e positividade de *Ae. albopictus* para DENV, estudos sobre padrões naturais de infecção por arbovírus e sazonalidade são recomendados na região para esses mosquitos.

Palavras-chave**:** Vetores*;* Transmissão Transovariana; Ocorrência; Fatores Ambientais.

ABSTRACT

Aedes (*Stegomyia*) *aegypti* and *Aedes* (*Stegomyia*) *albopictus* are considered the most important vectors of arboviruses in the world. The objective of this study was to evaluate the ecology, vertical transmission of arboviruses in *Ae. aegypti* and *Ae. albopictus*, and environmental and demographic factors for the occurrence of *Aedes* (*Stegomyia*) *aegypti*, on the coast of Paraná State, Brazil. In the first chapter, a literature review of the species of *Ae. aegypti* and *Ae. albopictus* addressing the origin and distribution, biology, dispersion, infestation and permanence, abiotic and socioeconomic factors, its epidemiological importance and transovarian transmission. In the second chapter, factors that may have contributed to the establishment of *Ae. aegypti* on the coast of Paraná. Thus, through an 18-year retrospective study, the entry of *Ae. aegypti* on the coast of Paraná had population as a positive significant variable ($z=3.475$; $p<0.0005$), and precipitation as a negative one ($z=-0.319$; $p<0.0009$). In the third chapter, distribution patterns and the influence of climatic variables on the oviposition of *Ae. aegypti* and *Ae. albopictus* in Morretes. Eggs were collected in ovitraps over a period of one year (September 2017 to September 2018) and reared from hatching to adult emergence. Both *Aedes* species were found in anthropized areas with high human density. The findings suggest that the mean monthly temperature (LRT = 16.65, p = 0.001) had a significant positive influence on the oviposition of *Aedes* species. In the fourth chapter, transovarian arbovirus (*Flavivirus*) infection in *Ae. aegypti* and *Ae. albopictus* from the municipalities of Antonina, Morretes and Paranaguá. In this way, Adultrap® and Ovitramps traps were installed at 34 points along a transect in the municipality of Antonina, 23 points in Morretes and 15 points in Paranaguá (Ilha dos Valadares) from September/2017 to September/2018, with a distance approximately 191.64 meters between them. *Aedes albopictus* from ovitraps in the cities of Antonina and Morretes tested positive for DENV, signaling the occurrence of natural vertical/transovarial transmission of this arbovirus by this vector. Considering the wide distribution of DENV on the coast of Paraná, the recent presence of *Ae. aegypti* and positivity of *Ae. albopictus* for DENV, studies on natural patterns of arbovirus infection and seasonality are recommended in the region for these mosquitoes.

Keywords**:** Vectors; Transovarian Transmission; Occurrence; Environmental Factors.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL 12
1.1 OBJETIVOS 14
1.2 JUSTIFICATIVA 15
CAPITULO 1 – REVISÃO TESE 17
2 GÊNERO *Aedes* 17
2.1 *Aedes aegypti* 17
2.1.1 Origem e distribuição 17
2.1.2 Biologia 20
2.2 *Aedes albopictus* 24
2.2.1 Origem e distribuição 24
2.2.2 Biologia 26
2.3 CONDIÇÕES PARA DISPERSÃO, INFESTAÇÃO E PERMANÊNCIA *Aedes aegypti* E *Aedes albopictus* 29
2.4 FATORES SOCIOECONÔMICOS E ARBOVIROSES 31
2.5 FATORES ABIÓTICOS, BIÓTICOS E MOSQUITOS 33
2.6 IMPORTÂNCIA EPIDEMIOLÓGICA 36
2.7 TRANSMISSÃO TRANSOVARIANA 37
REFERÊNCIAS 40
CAPÍTULO 2 – ESTUDO EPIDEMIOLÓGICO TRANSVERSAL SOBRE A ENTRADA E EXPANSÃO DO *Aedes aegypti* NO LITORAL DO PARANÁ 58
RESUMO 58
ABSTRACT 59
1. INTRODUÇÃO 60
2. METODOLOGIA 61
2.1 ÁREA DE ESTUDO 61
2.2 REGISTRO DE PRESENÇA DE *Aedes aegypti* 62
2.3 VARIÁVEIS CLIMÁTICAS 62
2.4 VARIÁVEIS AMBIENTAIS 63
2.5 DADOS POPULACIONAIS 63
2.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA 63
3. RESULTADOS 64
4. DISCUSSÃO 67
REFERÊNCIAS 70

CAPÍTULO 3 – DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL DA OVIPOSIÇÃO DE *Aedes aegypti* E *Aedes albopictus* NO LITORAL DO PARANÁ, BRASIL, UMA ÁREA RECENTE DE TRANSMISSÃO DO VÍRUS DA DENGUE 75
RESUMO 75
ABSTRACT 76
1 INTRODUÇÃO 77
2 METODOLOGIA 78
2.1 ÁREA DE ESTUDO 78
2.2 LEVANTAMENTO ENTOMOLÓGICO E CASOS DE DENGUE 79
2.3 VARIÁVEIS CLIMÁTICAS 80
2.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA 80
3. RESULTADOS 82
3.1 DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL DE MOSQUITOS E CASOS DE DENV 82
3.2 FATORES ABIÓTICOS 86
4 DISCUSSÃO 88
REFERÊNCIAS 92
CAPÍTULO 4 – INVESTIGAÇÃO DE TRANSMISSÃO TRANSOVARIANA EM POPULAÇÕES NATURAIS *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* NOS MUNICÍPIOS DE ANTONINA, MORRETES E PARANAGUÁ, ESTADO DO PARANÁ, BRASIL 98
RESUMO 98
ABSTRACT 99
1. INTRODUÇÃO 100
2. METODOLOGIA 101
2.1 ÁREA DE ESTUDO 101
2.2 AMOSTRAGEM 102
2.3 EXTRAÇÃO E DETECÇÃO VIRAL 104
2.4 ELETROFORESE 105
2.5 SEQUENCIAMENTO 105
3. RESULTADOS 106
4 DISCUSSÃO 110
REFERÊNCIAS 115
CONSIDERAÇÕES FINAIS 122
LIMITAÇÕES DO ESTUDO 123
RECOMENDAÇÕES ESTUDOS FUTUROS 124
REFERÊNCIAS GERAIS 125
APÊNDICE 1 – ARTIGO 149

1 INTRODUÇÃO GERAL

Os mosquitos pertencem ao reino Animalia, filo Arthropoda, classe Insecta, ordem Diptera, família Culicidae, a qual se subdivide em duas subfamílias: Anophelinae, Culicinae. Na subfamília Culicinae, tribo Aedini, gênero *Aedes*, o subgênero *Stegomyia* detêm aproximadamente 3.117 espécies (HARBACH, 2022), dentre as quais, *Aedes* (*Stegomyia*) *aegypti* (Linnaeus, 1762) e *Aedes* (*Stegomyia*) *albopictus* (Skuse, 1894) se destacam por veicularem arbovírus patogênicos aos seres humanos (ALMEIDA, 2011; VALLE et al., 2015).

A espécie *Ae. aegypti* é originária do Egito, e Ae. *albopictus* é oriunda da floresta tropical do sudeste asiático. Ambas são exóticas no território nacional, mas devido aos movimentos antrópicos e interferência no seu habitat natural, essas espécies disseminaram por meio de transporte marítimo e/ou terrestre (SCHATZMAYR et al., 1986; CONSOLI; LOURENÇO DE OLIVEIRA, 1994; HONÓRIO et al., 2009a; BROWN et al., 2014; GLORIA-SORIA et al., 2018; KRAEMER et al., 2015a; VALLE et al., 2015). Mapeamentos realizados sobre a distribuição das espécies *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* demonstraram que as regiões tropicais e subtropicais apresentam características climáticas que proporcionam habitats adequados para a proliferação, estabelecimento e reprodução (KRAEMER et al., 2015b; LETA et al., 2018). É evidenciado que com as mudanças ambientais estas espécies estão ampliando sua faixa de adequação ao habitat, uma vez que se adaptam aos nichos ecológicos antropogênicos, o que favorece sua dispersão espacial (NSOESIE et al., 2016; LETA et al., 2018; KRAEMER et al., 2019; KRAMER et al., 2021). As características socioeconômicas assim como, os fatores sociodemográficos como idade, ocupação, escolaridade e cultura podem influenciar no tipo de criadouro, viabilizando a entrada e estabelecimento desses vetores (BRAGA et al., 2010; BECKER et al., 2014; GARCÍA-BETANCOURT et al., 2015; RODRIGUES et al., 2018), e precisam ser investigados, uma vez que cada região tem determinantes locais.

Em 1958 na Conferência Sanitária Pan-americana, o Brasil foi declarado livre do mosquito *Ae. aegypti* (FRAIHA,1968; BRAGA; VALLE, 2007; NOWAK; RAGONHA, 2018; VALLE et al., 2021). Contudo, teve sua reintrodução em 1976, pelo porto de Salvador (CAVALCANTE; TAUIL, 2016) e desde então, está presente em todas as

Unidades da Federação (ZARA et al., 2016). Essa espécie foi relatada em 1985 no estado do Paraná, município de Londrina (LOPES et al., 1993), e após 28 anos foi notificada no Litoral do Paraná. Subsequente a este relato ocorreu uma das principais epidemias de dengue do Estado (PARANAGUÁ, 2014; PARANÁ, 2022).

Já a espécie *Ae. albopictus* foi encontrada no Rio de Janeiro em 1986 (FORATTINI, 1986) e dois anos depois, em 1988, no Estado do Paraná, no município de Arapongas (SILVA et al., 2004). No litoral do Estado sua presença vem sendo registrada desde 2001 (COSTA-RIBEIRO; SANTOS-NETO, 2001).

As espécies *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* são simpátricas, nas regiões tropicais e subtropicais do mundo (LETA et al., 2018), com tendência a procriarem em locais semelhantes, geralmente na zona periurbana ou de transição de mata, embora *Ae. aegypti* tenha predomínio em áreas urbanas (REY; LOUNIBOS, 2015), e *Ae. albopictus* em áreas rurais (SHRAGAI et al., 2019; WILSON-BAHUN et al., 2020; ALFSNES et al., 2021; DALPADADO et al., 2022). Essas espécies também são encontradas coexistindo em criadouros artificiais em áreas urbanizadas e florestadas, neste caso, há relatos de dominância de *Ae. albopictus* sobre o *Ae. aegypti* (PROPHIRO et al., 2011; CAMARA et al., 2016; LOUNIBOS; JULIANO, 2018; WILSON-BAHUN et al., 2020).

A espécie *Ae. aegypti* é o principal vetor do vírus da dengue (DENV), vírus do Zika (ZIKV), vírus do Chikungunya (CHIKV) e da febre amarela urbana (YFV) no Brasil e, *Ae. albopictus* potencial vetor de DENV, CHIKV, YFV (LOURENÇO DE OLIVEIRA et al., 2003; KRAEMER et al., 2015a; COUTO-LIMA et al., 2017; AMRAOUI et al., 2018; LETA et al., 2018; PEREIRA DOS SANTOS et al., 2018; BARBOSA et al., 2020; GABIANE et al., 2022). Mesmo que no Brasil *Ae. albopictus* não tenha sido incriminado como vetor de arbovírus, sua competência vetorial é comprovada (CAMARA et al., 2016; CHOUIN-CARNEIRO, 2016; CHOUIN-CARNEIRO; DOS SANTOS, 2017). Soma-se ao fato de que há registros desta espécie infectada por DENV e ZIKV no estado do Espírito Santo (REZENDE et al., 2020). Este dado demonstra a relevância epidemiológica e a necessidade da vigilância e de estudos acerca da biologia dessa espécie no país e não somente para *Ae. aegypti*, posto que *Ae. albopictus* é um vetor de DENV e CHIKV em vários países da África, Ásia e Europa (MARICONTI et al., 2019; BELLINI et al., 2020; MONGE et al., 2020; ALFSNES et al., 2021; BARZON et al., 2021; LAYCOCK et al., 2022; UNLU et al., 2021).

Além da infecção horizontal, quando a fêmea do mosquito adulto realiza o repasto sanguíneo no ser humano, a infecção transovariana reforça a importância do controle vetorial em pontos estratégicos desde os estágios imaturos, uma vez que podem tornar-se os reservatórios do vírus. A transmissão transovariana em *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* tem sido investigada com foco nos vírus da dengue e Chikungunya (CECÍLIO et al., 2009; ESPINOSA et al., 2014; CECÍLIO et al., 2015; EDILLO et al., 2015). Alguns trabalhos demonstraram que *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* podem transmitir verticalmente o vírus da dengue em experimentos conduzidos em laboratório e de populações de campo (AGARWAL et al., 2014; CHOMPOOSRI et al., 2016; SMARTT et al., 2017). O ZIKV foi isolado a partir de machos adultos de *Ae. furcifer*, sugerindo provável transmissão vertical em campo deste arbovírus (SMARTT et al., 2017). A vigilância entomológica realizada por Lourenço-de-Oliveira et al. (2002) em Nova Iguaçu, Rio de Janeiro, Brasil, foi considerada de extrema importância. Após o encontro de *Ae. aegypti* infectado com DENV-3, ocorreu a epidemia por esse sorotipo no Estado do Rio de Janeiro e, a sua dispersão para outras regiões do país. Esse tipo de transmissão não deve ser negligenciada, uma vez que permite a manutenção do vírus circulando entre a população de mosquitos, dificultando consequentemente o controle da doença.

1.1 OBJETIVOS

- **Objetivo Geral**

Avaliar a ecologia, a transmissão vertical de arbovírus em *Aedes* (*Stegomyia*) *aegypti* e *Aedes* (*Stegomyia*) *albopictus*, assim como, fatores ambientais e demográfico para a ocorrência de *Aedes* (*Stegomyia*) *aegypti*, no litoral do Estado do Paraná, Brasil.

- **Objetivos Específicos**

– Avaliar a distribuição espacial e temporal e a influência de variáveis climáticas nas populações de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* na cidade de Morretes;

- Avaliar as variáveis de clima, população humana e cobertura vegetal no período de 2002 a 2020 nos municípios de Antonina, Guaraqueçaba, Guaratuba, Matinhos, Morretes, Paranaguá e Pontal do Paraná, como fatores para entrada e estabelecimento da espécie *Ae. aegypti*
- Investigar a transmissão transovariana dos arbovírus DENV, ZIKV e YFV em populações naturais *Ae. albopictus* e *Ae. aegypti* nos municípios de Antonina, Morretes e Paranaguá.

1.2 JUSTIFICATIVA

No Estado do Paraná a dengue vem sendo monitorada desde 1991, quando houve registros de mais de 227 mil casos confirmados com 177 mortes. No entanto, nesse período, a região do litoral não esteve envolvida. Entre 2015 e 2016 ocorreu outra grande epidemia no Estado com aproximadamente 56 mil casos, e Paranaguá ficou entre os três municípios com maior incidência de dengue do Estado, tendo sido reportados 16.392 casos confirmados, destes, 15.712 foram autóctones e 680, importados. O município respondeu por 46,03% dos óbitos causados por essa arbovirose e ocupou destaque para casos de Chikungunya e Zika (PARANÁ, 2016). Os municípios do litoral do Paraná têm registrado presença de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus*, casos autóctones de dengue, Chikungunya e Zika (COSTA-RIBEIRO; SANTOS-NETO, 2001; PARANAGUÁ, 2014; PARANÁ, 2022) e não há relatos de estudos sobre aspectos ecológicos, socioambientais e de infecção natural dessas espécies na região litorânea. Em função da epidemia de dengue em 2016 em Paranaguá, investigações foram iniciadas no litoral sobre a introdução da espécie *Ae. aegypti*, seu estabelecimento, dispersão e infecção natural em relação à espécie *Ae. albopictus*.

Diante disso, no primeiro capítulo foi realizada revisão de literatura sobre as espécies *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus*. No segundo capítulo foram analisadas as variáveis ambiental, populacional e a cobertura vegetal como possíveis fatores responsáveis para a entrada e estabelecimento de *Ae. aegypti* no litoral do Paraná. No terceiro capítulo foram avaliados padrões de distribuição e influência de variáveis climáticas na oviposição de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* em Morretes e, no quarto capítulo foi investigado a infecção transovariana de arbovírus (*Flavivirus*) nas

populações *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* dos municípios de Antonina, Morretes e Paranaguá.

A fim de agregar informações acerca dessas importantes espécies, este estudo teve como intuito apresentar dados sobre a ocorrência, distribuição e infecção natural/transovariana nas populações de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* do litoral paranaense. Deste modo, gerar informações que servirão de base para estudos ecoepidemiológicos de áreas com maior ou menor gravidade da transmissão das arboviroses, além de indicação de variáveis relacionadas à entrada de *Ae. aegypti* nessa importante região turística e econômica do Estado, com aplicabilidade para as ações de controle e prevenção de epidemias e/ou surtos.

CAPITULO 1 – REVISÃO TESE

2 GÊNERO *Aedes*

2.1 *Aedes aegypti*

2.1.1 Origem e distribuição

Aedes aegypti, descrito por Linnaeus em 1762, é originário no Egito, mais especificamente da África Subsaariana (CONSOLI; LOURENÇO DE OLIVEIRA, 1994; BROWN et al., 2014; KRAEMER et al., 2015a; VALLE et al., 2015; 2021), sendo conhecidas como duas subespécies, uma mais silvestre escura e restrita à África, denominada *Aedes aegypti formosus* (Walker, 1848), e um mosquito mais claro, sinantrópico, que dispersou para outros continentes denominado *Aedes aegypti aegypti* (MATTINGLY, 1957; VALLE et al., 2015; 2021). Acredita-se que o período das grandes navegações no século XVI, com comércio de pessoas escravizadas e a destruição dos habitat naturais (BROWN et al., 2014; ZARA et al., 2016) possibilitou a propagação da espécie *Aedes aegypti aegypti* para as várias regiões do mundo (BROWN et al., 2014; KRAEMER et al., 2015a). Sua introdução nas Américas se deu durante o período da colonização (CONSOLI; LOURENÇO DE OLIVEIRA,1994; FORATTINI, 2002; COSTA et al., 2011).

Em 1685, Recife registrou a primeira epidemia de febre amarela urbana descrita no Brasil. Há relato que o paciente doente teria vindo de barco, de São Tomé, na África, e este havia feito escala em Santo Domingo, nas Antilhas, local que na época estava tendo sua população dizimada pela doença (TEIXEIRA, 2001; COSTA et al., 2011).

Neste período da história, acreditava-se na teoria das doenças miasmáticas, e durante o período que a epidemia da febre amarela permaneceu em Recife, foi considerada uma peste contagiosa, uma vez que ignoravam a natureza da propagação da doença. Em 1686, a febre amarela foi notificada em Salvador, permanecendo até início de 1692 e teria acometido cerca de 25 mil pessoas, destas, 900 vieram a óbito (FRANCO, 1969; TEIXEIRA, 2001; COSTA et al., 2011).

Somente no início do século XX, Oswaldo Cruz baseado nos estudos realizados por Finlay (1881) de que a febre amarela era transmitida pelo mosquito *Stegomyia fasciata* (hoje conhecido como *Ae. aegypti*), foi que a transmissão da enfermidade foi atribuída ao vetor (COSTA et al., 2011). Fundamentada nesta premissa, foram formuladas as primeiras campanhas sanitárias e medidas de combate ao vetor que facilitaram o controle da doença e o combate ao *Ae. aegypti* em todo o território nacional (FRANCO, 1969; CONSOLI; LOURENÇO DE OLIVEIRA,1994).

Em 1958 na Conferência Sanitária Pan-americana, o Brasil foi declarado livre do mosquito *Ae. aegypti* ao apresentar a comprovação da eliminação dos últimos focos do vetor, no interior do estado da Bahia em 1955 (FRAIHA,1968; BRAGA; VALLE, 2007; NOWAK; RAGONHA, 2018; VALLE et al., 2021). Porém, os países vizinhos ainda se mantinham infestados, e pensando nisso foi criado o serviço de vigilância pelo Departamento Nacional de Endemias Rurais (DNERu) para fiscalizar possíveis portas de entrada no Brasil (FRAIHA,1968). Dez anos depois, em 1965, relatos de notificações ao DNERu de que barcos brasileiros estavam atracando no Porto de Paramaribo, Suriname, localidade com diversos focos de *Ae. aegypti,* indicaram a fragilidade do Estado do Pará a uma possível reinfestação. Pouco depois, em 1967, confirmou-se a reintrodução da espécie de *Ae. aegypti* no País pela cidade de Belém. Em 1968 já havia foco em 34 localidades distribuídas em 16 municípios do Estado do Pará (FRANCO,1969), seguido do Estado do Maranhão (FRAIHA,1968; BRAGA; VALLE, 2007; NOWAK; RAGONHA, 2018). Contudo, ainda em 1968, foram encontrados focos desta espécie nos grandes centros urbanos como Rio de Janeiro e São Paulo (FRANCO, 1969; CHIEFFI, 1985).

Em 1973, o Brasil declarou, novamente, a eliminação do último foco do vetor, fruto da intensificação da utilização de medidas de prevenção e controle (NOBRE et al., 1994; FUNASA, 2002; VALLE et al., 2015). Entretanto em 1976, na região portuária de Salvador, devido às transformações socioambientais causadas pela urbanização e as falhas apontadas na vigilância epidemiológica, a espécie *Ae. aegypti* foi reintroduzida no Brasil (NOBRE et al.,1994; COSTA, 2001; TAUIL, 2002; BRAGA; VALLE, 2007; CAVALCANTE; TAUIL, 2016; NOWAK; RAGONHA, 2018). Foram confirmadas reinfestações nos estados do Rio Grande do Norte, 1976 (CAVALCANTE; TAUIL, 2016), Rio de Janeiro em 1977 e Roraima em 1980

(CONSOLI; LOURENÇO DE OLIVEIRA,1994). Desde 1976, a espécie *Ae. aegypti* está presente em todas as Unidades da Federação (ZARA et al., 2016).

A reintrodução deste vetor trouxe consigo não só a preocupação com possíveis novas epidemias de febre amarela no país, mas também a possibilidade de introdução de novas doenças (LÖWY, 1990; NOBRE et al., 1994; TAUIL, 2002). Estudos apontam que hoje a espécie *Ae. aegypti* está distribuída e estabelecida nas regiões tropicais e subtropicais do mundo e, aproximadamente 188 países possuem focos deste vetor. Nas Américas, a espécie *Ae. aegypti* é encontrada em grande parte da América do Sul, e ilhas do Caribe. Há registros deste mosquito na maior parte do sudeste dos EUA, e ao longo de uma estreita faixa nas costas do Pacífico do Canadá e dos EUA (KAMAL et al., 2018; LETA et al., 2018).

Um relato histórico aponta indícios da presença de *Ae. aegypti* no Estado do Paraná no século XIX, quando houve uma epidemia de febre amarela urbana, em Paranaguá. Acredita-se que o vetor tenha iniciado sua infestação no Estado pelo Porto de Paranaguá, uma vez que este era um dos portos mais movimentados do país (RONCAGLIO et al., 2001).

Com o processo de erradicação do *Ae. aegypti* no Brasil, o Paraná só foi apresentar relato de focos do mosquito em 1985, no município de Londrina. O primeiro foco de larvas do mosquito encontrado em Curitiba, capital do Estado, foi em 1994 no Bairro Orleans, São Braz, Bairro Alto e Tarumã. Em 1995, foram encontrados novos focos no Xaxim, Bairro Alto, Capão Raso, Prado Velho e Vila Hauer (CURITIBA, 2020).

No litoral do Estado do Paraná, no município de Paranaguá a Secretaria Municipal relatou focos do vetor *Ae. aegypti* no seu Plano Municipal de Contingência da dengue somente em 2013 (PARANAGUÁ, 2014). Um ano depois, o Laboratório de Entomologia, do Município de Morretes notificou larva de terceiro instar deste vetor, em uma residência no bairro de Raia Velha para a 1ª Regional de Saúde da Secretaria Estado da Saúde do Paraná (SESA/PR) (MORRETES, 2014).

Após as primeiras notificações da presença de *Ae. aegypti* nestes municípios, sucederam a notificação de casos autóctones de dengue, Zika e Chikungunya no litoral do Paraná, e em 2016, houve a primeira grande epidemia de dengue, atingindo, principalmente o município de Paranaguá. Ainda em 2016, outras cidades do litoral paranaense, como Guaraqueçaba, Matinhos, Pontal Paraná e Guaratuba, também registraram casos de dengue nos boletins epidemiológicos da SESA/PR (PARANÁ, 2022).

2.1.2 Biologia

As espécies *Aedes* criavam-se habitualmente nos cálices das folhas de bromélias ou em depressões de árvores (CONSOLI; LOURENÇO DE OLIVEIRA, 1994; FORATTINI, 2002). Hoje, sabe-se que a espécie *Ae. aegypti* está adaptada ao ambiente urbano e peridomicílio, no qual a ação antrópica propicia sua proliferação (VALLE et al., 2015; 2021). Atualmente a forma ancestral, conhecida por *Ae*. *aegypti formosus,* ainda vive em florestas e faixa de transição com vegetação na África subsaariana (LOUNIBOS, 2002). Esta espécie ovipõe em buracos de árvores e tem preferência por sangue de outros animais, apresenta coloração muito mais escura do que a espécie adaptada aos habitats humanos (POWELL; TABACHNICK, 2013).

Os criadouros preferenciais do *Ae. aegypti,* são reservatórios artificiais como tanques, barris, potes e latas deixadas pelo ser humano a céu aberto, preenchidos pelas águas das chuvas, bem como por aqueles recipientes empregados para armazenar água para uso doméstico (CONSOLI; LOURENÇO DE OLIVEIRA, 1994; MARTINS et al., 2010; BROWN et al., 2017). A oviposição se dá em melhores condições quando a água coletada apresenta pouca matéria orgânica em decomposição e o recipiente é escuro, mas pode ocorrer em galerias de água ou esgoto (CONSOLI; LOURENÇO DE OLIVEIRA, 1994; FORATTINI; BRITO, 2003; COSTA-RIBEIRO et al., 2006; FERREIRA et al., 2022). Chitolina et al. (2016) observaram que as fêmeas de *Ae. aegypti* (linhagem Rockefeller) podem ovipositar em esgoto, assim como, seus os ovos podem desenvolver nessa condição até a fase alada.

Como todo Diptera, a espécie *Ae. aegypti* é considerada holometábola, ou seja, passa por completa metamorfose durante seu ciclo evolutivo. Esse mosquito possui uma fase aquática, composta por quatro estágios de desenvolvimento: ovo, larva (que por sua vez é composta de quatro estádios larvais L1, L2, L3 e L4) e pupa, e por último a quarta fase que corresponde ao mosquito adulto (GADELHA; TODA, 1985; FORATTINI, 2002). As fêmeas de *Ae. aegypti* depositam seus ovos nas paredes dos criadouros acima do nível da água. A oviposição ocorre entre 4 e 5 dias (FERREIRA et al., 2022) e uma única fêmea pode realizar de quatro a seis ciclos gonotróficos na sua vida, ovipondo de 100 a 200 ovos em cada um deles (BRIEGEL et al., 2002; CHADEE et al., 2002; CHADEE, 2009; FERREIRA et al., 2022). O

tamanho do ovo varia entre 0,6 e 0,7mm, é elíptico e de coloração branca assim que ocorre a oviposição, tornando-se negro duas horas após (GADELHA; TODA, 1985; FORATTINI, 2002). A fecundação ocorre no momento da postura, quando estes ovos ainda possuem a coloração branca, mas se tornarão nas duas horas seguintes, escuros e brilhantes. Porém para que o processo de embrionamento dos ovos ocorra, demanda entre 48h e 72h, na presença de condições favoráveis de umidade e temperatura entre 26ºC e 28ºC (FORATTINI, 2002; FARNESI et al., 2009; FERREIRA et al., 2022).

Caso não haja condições que os favoreça, os ovos de *Ae. aegypti* têm resistência contra a dessecação, ou seja, suportam até 450 dias em tempo seco, sem nenhum dano (REZENDE et al., 2008; VALLE et al., 2015; 2021; NOWAK; RAGONHA, 2018). Isso é atribuído à biogênese de uma cutícula serosa que contém em sua composição quitina, que permite ao ovo obter esta resistência (VARGAS et al., 2014). Mesmo após prolongado período em latência, as larvas poderão eclodir a qualquer tempo, desde que entre em contato com a água (GADELHA; TODA, 1985; FORATTINI, 2002; LWANDE et al., 2020).

As larvas de *Ae. aegypti* são aquáticas e ao eclodirem dos ovos passam por quatro estádios (L1, L2, L3 e L4). A transposição de um estágio para o outro é conhecido por “muda”; ou seja, a larva se desprende do seu exoesqueleto, por uma abertura, um rompimento na altura da cápsula cefálica até o tórax (FORATTINI, 2002; LWANDE et al., 2020).

A larva é composta de cabeça, tórax e abdômen, deslocam-se em formato de “S”, são fotofóbicas e sensíveis aos movimentos bruscos na água (GADELHA; TODA, 1985; FORATTINI, 2002). Alimentam-se basicamente com matéria orgânica acumulada nas paredes do fundo dos recipientes usados como criadouros, e permanecem submersas subindo à superfície para respirar (CONSOLI; LOURENÇO DE OLIVEIRA, 1994; VALLE et al., 2015; FERREIRA et al., 2022).

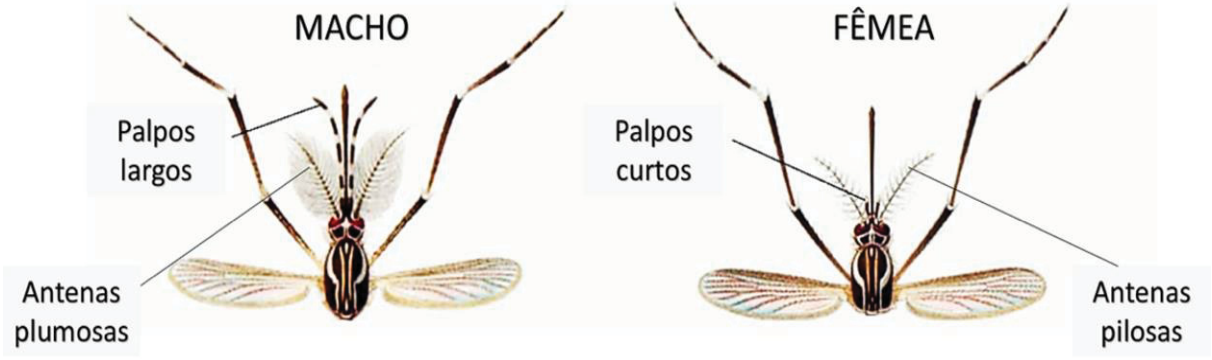
A permanência nesse estágio de crescimento depende de fatores como disponibilidade de alimento e temperatura, variando de cinco a dez dias ou até mesmo semanas (FORATTINI, 2002; NOWAK; RAGONHA, 2018). Na ausência de condições favoráveis, ou seja, em temperaturas baixas e com escassez de alimento, a fase larval pode se prolongar por semanas (FUNASA, 2004; SILVA et al., 2004). Ao final deste período inicia-se a fase pupal. Porém, as larvas de *Ae. aegypti* não sobrevivem às

temperaturas menores que 10°C, especialmente quando sujeitas por longo período nessa condição (GADELHA; TODA, 1985; FORATTINI, 2002).

Na fase de pupa, não há alimentação, neste período ocorrem intensas transformações que darão origem ao mosquito adulto. Este período tem duração de dois a três dias e sofre interferência direta da temperatura. A pupa é formada pelo cefalotórax (cabeça + tórax) e abdômen; na maior parte do tempo permanecem imóveis, próxima da superfície da água respirando através das trombetas, quando perturbadas deslocam-se para o fundo dos recipientes (GADELHA; TODA, 1985; FORATTINI, 2002; WHO, 2011; NOWAK; RAGONHA, 2018).

Aedes aegypti adulto, corresponde à fase de reprodução do inseto (GADELHA; TODA, 1985; FORATTINI, 2002). Após emergir da pupa o adulto necessita de algumas horas para o endurecimento do esqueleto externo e das asas, e no caso dos machos a rotação da genitália para que estejam aptos a copularem (FORATTINI, 2002; VALLE et al. 2015). Os adultos desta espécie exibem coloração escura, rajada, com escamas brancas ornamentais pelo corpo. Sua identificação é facilitada pela existência no mesonoto (dorso) em formato de lira, que se sobressai a olho nu (GADELHA; TODA, 1985; FORATTINI, 2002; LWANDE et al., 2020) (FIGURA1).

FIGURA 1 – *Ae. aegypti* macho e fêmea.



FONTE: https://www.ecologiaesaude.com/ciclo-de-vida-do-mosquito (2021).

O abdômen tem coloração escura com marcas brancas prateadas em formato de anéis. As pernas possuem aparência estriada branca, sendo os fêmures e tíbias cobertos de escamas brancas (CONSOLI; LOURENÇO DE OLIVEIRA, 1994; FORATTINI, 2002). Diferenciamos o macho da fêmea por suas antenas plumosas e pelos seus palpos que são mais alongados (FORATTINI, 2002).

Os machos emergem das pupas um dia antes que as fêmeas, e permanecem nas imediações dos criadouros, aguardando-as para a cópula, a qual ocorre durante o voo em função da atração realizada pelo som da batida de asas da fêmea (GADELHA; TODA, 1985; FORATTINI, 2002). Para garantir sua prole, a fêmea precisa apenas de uma única cópula (inseminação) durante a vida, para que todos os seus ovos sejam fertilizados (NOWAK; RAGONHA, 2018).

A fonte de alimentação da espécie *Ae. aegypti* é basicamente a seiva de plantas, tanto para os machos quanto para as fêmeas (CONSOLI; LOURENÇO DE OLIVEIRA, 1994; NOWAK; RAGONHA, 2018; VALLE et al., 2021). Porém, no caso das fêmeas, há a necessidade intrínseca da prática da hematofagia, para que haja maturação dos ovócitos. A fêmea do *Ae. aegypti* pode servir-se de variados tipos de vertebrados como fonte de sangue, mas apresenta elevada antropofilia, picando ao longo do dia (hábito diurno), sobretudo nas primeiras horas da manhã e ao crepúsculo, quando a temperatura e a umidade desempenham maior influência que a luz (CONSOLI; LOURENÇO DE OLIVEIRA, 1994; NOWAK; RAGONHA, 2018).

A necessidade de hematofagia da fêmea de *Ae. aegypti* sobrevém após a fecundação, uma vez que o sangue possui as proteínas necessárias para a maturação dos ovos e também fornece energia para a fêmea (FORATTINI, 2002) que fica com os espermatozoides do macho armazenados em sua espermateca. Após o primeiro repasto, esta tende a permanecer até 24 horas próximo ao local. Três dias após a ingestão sanguínea os ovos já estão maduros e as fêmeas prontas para a oviposição (GADELHA; TODA, 1985; CONSOLI; LOURENÇO DE OLIVEIRA, 1994; FORATTINI, 2002; NOWAK; RAGONHA, 2018).

Há divergências em relação a dispersão de *Ae. aegypti*. Os autores Gadelha; Toda (1985) e Forattini (2002) apontam que a capacidade de dispersão ativa do *Ae. aegypti* é pequena pelo voo, principalmente para os machos e, Harrington et al. (2005) descrevem que o mosquito não se movimenta muito durante a sua vida, voando de 50 a 300 metros. Porém outros autores relatam voos de longa distância e propõem que *Ae. aegypti* seja capaz de se deslocar por distâncias de até 3km, principalmente as fêmeas, e esta dispersão pode ocorrer, na busca de um criadouro disponível e adequado para a oviposição (HONÓRIO et al., 2003; MACIEL-DE-FREITAS et al., 2006).

A fêmea de *Ae. aegypti* vive, em média, 30 a 35 dias no campo, mas pode chegar a mais de 60 dias de vida, tendendo a serem mais longevas que os machos

(CONSOLI; LOURENÇO DE OLIVEIRA, 1994; GADELHA; TODA, 1985; FORATTINI, 2002; MACIEL-DE-FREITAS et al., 2006; VALLE et al., 2021).

2.2 *Aedes albopictus*

2.2.1 Origem e distribuição

Pertencente a tribo Aedini, gênero *Aedes*, a espécie *Aedes albopictus* (Skuse, 1894) (AMARAL; PETRETSKI, 2012; VALLE et al., 2015; MONTEIRO, 2017) foi descrita como originária da floresta do sudeste da Ásia, ilhas do Pacífico Ocidental e Oceano Índico, dispersando para a África, Oriente Médio, Europa e Américas (norte e sul) (FORATTINI, 2002; GRATZ, 2004; PAUPY et al., 2009).

Desde seu primeiro relato na Albânia em 1979 e na Itália em 1990, *Ae. albopictus* foi descrito em 20 países europeus, estando entre eles a Alemanha, Bélgica, Bósnia e Herzegovina, Cidade do Vaticano, Croácia, Eslovênia, Espanha, França, Grécia, Holanda, Itália, Malta, Mônaco, Montenegro, Sérvia e Suíça (PAUPY et al., 2009; MEDLOCK et al., 2012; PETRIĆ et al., 2014). Vale ressaltar que na Itália, o vetor está estabelecido (SCHOLTE et al., 2010; VALERIO et al., 2010; BARZON et al., 2021).

As populações de *Ae. albopictus* tiveram seus primeiros registos no continente americano no ano de 1985 (SPRENGER; WUITHIRANYAGOOL, 1986; KUNO, 2012), mas há indícios desta espécie presente na América do norte em data anterior a esta, segundo Eads (1972) e Reiter; Darsie (1984). Estes autores relataram a presença de larvas e pupas desse mosquito em pneus, no ano de 1945 e 1946, no porto de Los Angeles, oriundos do Pacífico por meio de navios. Como consequência, teve sua rápida dispersão no continente, tanto em ambientes urbanos como periurbanos.

O vetor se dispersou para os demais países do continente, chegou as ilhas do Caribe, como Hispaniola (PEÑA, 1993), ao México (IBÁÑEZ-BERNAL; MARTÍNEZ-CAMPOS, 1994), Guatemala (OGATA; LOPEZ SAMAYOA, 1996), Argentina (ROSSI et al., 1999) e Cuba (BROCHE; BORJA, 1999) da mesma forma que aos Estados Unidos (REITER, 1998).

No Brasil, a sua presença foi descrita primeiramente no Estado do Rio de Janeiro por Forattini (1986). Acredita-se que a introdução do *Ae. albopictus* no país

ocorreu via transporte marítimo do Japão para o Espírito Santo (CONSOLI; LOURENÇO DE OLIVEIRA, 1994; SANT'ANA, 1996). Posteriormente, o mosquito dispersou para o interior do Estado do Espírito Santo, Rio de Janeiro e Minas Gerais, passivamente, por intermédio de caminhões ou trens de minério (NEVES; ESPÍNOLA, 1987; CONSOLI; LOURENÇO DE OLIVEIRA, 1994) e em seguida, dispersando-se para os demais Estados da União (FERNÁNDEZ; FORATTINI, 2003). Santos e Nascimento (1998) e Consoli e Lourenço de Oliveira (1994) acreditam que o transporte rodoviário foi o responsável pela dispersão do mosquito no território brasileiro.

Após dois anos do primeiro relato da espécie *Ae. albopictus* no Brasil, larvas dessa espécie foram encontradas no município de Arapongas, Estado do Paraná (SILVA et al., 2004). A cidade de Curitiba detectou a presença do mosquito oito anos após sua entrada no Estado, em 1996, próximo ao Centro Politécnico da Universidade Federal do Paraná (SANT'ANA, 1996). A região litorânea teve seu primeiro registro no ano de 2001 por Costa-Ribeiro; Santos-Neto (2001) no município de Morretes.

Foram necessários 17 anos para que esse mosquito se dispersasse para 20, dos 27 Estados da federação, ficando de fora apenas Acre, Amapá, Ceará, Piauí, Roraima, Sergipe e Tocantins (SANTOS, 2003). Até o ano de 2019 esta espécie encontrava-se distribuída por todo o território nacional, com exceção do Estado do Acre (SARAIVA et al., 2019). Recentemente foi realizado o primeiro registro de ocorrência do *Ae. albopictus* no Acre (ROCHA et al, 2022).

Alguns estudos apontam este mosquito como uma das espécies mais invasoras do mundo (MEDLOCK et al., 2012; CARVALHO et al., 2014). E esta hipótese é corroborada pelo encontro de maior número de focos territoriais com presença de *Ae. albopictus* (LETA et al., 2018; KRAEMER et al., 2015a; 2019), uma vez que este mosquito suporta temperaturas mais baixas (CONSOLI; LOURENÇO DE OLIVEIRA, 1994; PAUPY et al., 2009; MEDLOCK et al., 2012; KRAMER et al., 2020). Desta forma, sua presença se estende na parte temperada do mundo, especialmente no centro dos EUA e sul da Europa (KRAEMER et al., 2015b; KAMAL et al., 2018; LETA et al., 2018).

Além disso, o estabelecimento de *Ae. albopictus* em locais com clima mais frio e altitude superior a 2.000 metros tem sido auxiliado por sua plasticidade ecológica. Essa condição permite adaptação dessa espécie utilizando da diapausa como mecanismo que auxilia seus ovos a persistirem durante invernos muito frios,

proporcionando a sobrevida das populações (HAWLEY, 1988; VEGA-RUA et al., 2013; ARMBRUSTER, 2016; MOGI et al., 2017; KRAMER et al., 2020; 2021).

2.2.2 Biologia

Originariamente, *Ae. albopictus* é uma espécie da floresta tropical do sudeste asiático (SCHATZMAYR et al., 1986; HONÓRIO et al., 2009a; VALLE et al., 2015) com distribuição pela Ásia, América, Austrália, Europa, Ilhas do Oceano Índico e Pacífico (VALLE et al., 2015). Foi registrada por Forattini (1986) no Brasil, e hoje encontra-se em território nacional.

Habitualmente no Brasil, *Ae. albopictus* é encontrada em áreas com vegetação e zonas de transição periurbana com ambientes silvestres (BRAKS et al., 2003; LOURENÇO-DE-OLIVEIRA et al., 2004; LIMA-CAMARA et al., 2006; HONÓRIO et al., 2009b). Ayllón et al. (2018) reportaram a presença desta espécie em áreas precárias com alta densidade populacional. Esses dados confirmam que este mosquito possui valência ecológica devido a sua plasticidade ecofisiológica. Logo adequa-se a criadouros naturais e artificiais (ALENCAR et al., 2008; KRAMER et al., 2021).

Depósitos naturais de bromélias, buracos de árvores e bambu são ambientes onde encontram-se formas imaturas de *Ae. albopictus* e suas larvas podem competir com as de *Ae. aegypti* em recipientes artificiais gerados pelo ser humano (CONSOLI; LOURENÇO DE OLIVEIRA, 1994; FORATTINI, 2002; SILVA et al., 2004; HONÓRIO et al., 2009b; PROPHIRO et al., 2011).

As fêmeas de *Ae. albopictus* ovipõem nas paredes dos recipientes, próximo às lâminas d'água (CONSOLI; LOURENÇO DE OLIVEIRA, 1994; FORATTINI, 2002; FARNESI et al., 2009). Os ovos permanecem aderidos fortemente a esta superfície durante toda a embriogênese até a eclosão da larva (FARNESI et al., 2009; VALLE et al., 2015). Seus ovos medem aproximadamente 1mm e suportam longos períodos de estiagem antes de deteriorarem. Após esse período, se expostas à umidade, as larvas eclodem do ovo normalmente (ARMBRUSTER, 2016; KRAMER et al., 2021).

Porém, quando se compara aos ovos de *Ae. aegypti*, há maior mortalidade para os ovos de *Ae. albopictus*, o que mostra que a estiagem não favorece esta espécie (JULIANO, 2010). Outra característica desta espécie, refere-se à capacidade dos ovos do *Ae. albopictus* poderem entrar em diapausa (dormência programada

geneticamente, que pausa ou retarda o desenvolvimento) permitindo eclosões assíncronas das larvas (VALLE et al., 2015; ARMBRUSTER, 2016; KRAMER et al., 2020; 2021).

Assim como os demais *Aedes*, as larvas do *Ae. albopictus* passam por quatro estádios larvais (L1, L2, L3 e L4), passando pelo processo de ecdise, ao romper a capsula cefálica e se desprender do seu exoesqueleto, uma vez que a nova exúvia é maior para comportar o crescimento da larva (FORATTINI, 2002; LWANDE et al., 2020). Seu desenvolvimento é na água, porém necessitam subir à superfície para respirar. Para isso utilizam o sifão respiratório presente no final do abdômen (FORATTINI, 2002; GULLAN. et al., 2017; MONTEIRO, 2017). A sua alimentação consiste em matéria orgânica e microrganismos presentes nos criadouros (SILVA et al., 2004; REY; LOUNIBOS, 2015; FERREIRA-DE-LIMA et al., 2020).

As larvas possuem cabeça, tórax e abdômen, se posicionam verticalmente em relação a água e se movimentam fazendo um “S” (FORATTINI, 2002). Possuem escamas com apenas um espinho característico marcado no abdome, que as diferencia de outras espécies (MONTEIRO, 2017). Assim como, a espécie *Ae. aegypti*, são fotofóbicas e sensíveis a movimentos bruscos (FORATTINI, 2002; GULLAN. et al., 2017; MONTEIRO, 2017).

Para chegar a fase de pupa, a larva de *Ae. albopictus* passa por 4 estádios, este período pode durar de 5 a 10 dias (FORATTINI, 2002). As mudas para eliminação das exúvias, ocorrem mais rapidamente do que nas larvas da espécie *Ae. aegypti*, se dispuserem de condições favoráveis de clima e alimentação (VALLE et al., 2015). A larva, assim como o ovo, tem ainda a capacidade fisiológica de promover diapausa, reduzindo suas atividades metabólicas (DINIZ et al., 2017) até que circunstâncias favoráveis permitam passar à próxima fase de crescimento, que é a pupa.

Durante a evolução da fase pupal a espécie *Ae. albopictus* tem formato semelhante a uma vírgula, seu corpo é seccionado em cefalotórax e abdômen com um par de trombetas respiratórias que permitem troca gasosa. Por isso passa quase que todo o tempo próximo à superfície da água. Neste período não se alimenta e para que o adulto emerja a temperatura é crucial, que deve ser em torno de 26 a 28 ºC (FORATTINI, 2002; MONTEIRO, 2017; VALLE et al., 2015; 2021).

Ao emergirem, os adultos permanecem alguns minutos em repouso sobre a água antes de procurar abrigo, até o completo endurecimento dos seus exoesqueletos e asas (VALLE et al., 2015). Os machos são os primeiros a emergirem e 24 horas

após, tanto eles quanto as fêmeas já estão aptos para se alimentarem e acasalarem, uma vez que rotação da genitália do macho já ocorreu (FORATTINI, 2002; VALLE et al., 2015; MONTEIRO, 2017).

Espécimes de *Ae. albopictus* adultos possuem tórax escuro, com presença de marcas em formatos de faixas ou formas de escamas claras (CONSOLI; LOURENÇO DE OLIVEIRA, 1994). É possível diferenciar os adultos de *Ae. albopictus* pelo mesonoto, o qual tem listra mediana de escamas prateadas e longa no tórax (WHO, 2011) (Figura 2).

FIGURA 2 – Fêmea adulta de *Ae. albopictus*

Fonte: http://www.biologia.seed.pr.gov.br/modules/galeria/uploads/4/10aedes_albopictus.jpg (2021).

Devido sua origem na Ásia Oriental, ilhas do Pacífico Ocidental e Ilhas do Oceano Índico e às características morfológicas que lhe conferem faixas brancas nas pernas, o mosquito é conhecido globalmente como “tigre asiático” (HAWLEY, 1988; CONSOLI; LOURENÇO DE OLIVEIRA, 1994; FORATTINI, 2002; LOUNIBOS, 2002; GULLAN. et al., 2017; FERREIRA-DE-LIMA et al., 2020).

Estes mosquitos, independente do sexo, elegem a seiva das plantas como alimentação preferencial (CONSOLI; LOURENÇO DE OLIVEIRA, 1994; VALLE et al., 2015; NOWAK; RAGONHA, 2018; FERREIRA-DE-LIMA et al., 2020), mas as fêmeas possuem a prática da hematofagia, primordialmente, para que haja maturação dos ovos (HAWLEY, 1988; GRATZ, 2004).

O repasto da fêmea de *Ae. albopictus* pode ser realizado numa ampla variedade de hospedeiros, com predileção pelos mamíferos (HAWLEY, 1988; CONSOLI; LOURENÇO DE OLIVEIRA, 1994; GRATZ, 2004; WHO, 2011) . Uma vez que ocorre a cópula, a fêmea torna-se produtiva pelo restante da vida e ávida por

sangue (VALLE et al., 2015; 2021). Após fecundada por um macho ela irá rejeitar os demais, contudo, há relatos na literatura de fêmeas de *Ae. albopictus* com desova de proles de mais de dois machos (BOYER et al., 2012).

Ao descrever a biologia de *Ae. albopictus,* Hawley (1988) relatou que o mosquito é conhecido por seu hábito hematofágico agressivo, assim como o fato de o habitat influenciar nas suas atividades. Ele possui hábito de realizar repasto durante o dia, no início da manhã, e também no final da tarde, mas há ocasiões que o realiza à noite, dado o seu comportamento oportunista.

2.3 CONDIÇÕES PARA DISPERSÃO, INFESTAÇÃO E PERMANÊNCIA *Aedes aegypti* E *Aedes albopictus*

Podemos considerar a globalização, bem como as mudanças ocorridas com o clima e no meio ambiente, como promotores para a expansão de algumas espécies de *Aedes* (LWANDE et al., 2020). *Aedes aegypti* e *Ae. albopictus* podem ocorrer em simpatria, ou seja, na mesma área geográfica, sendo comum a sua coexistência (BRAKS et al., 2003; DUNCOMBE et al., 2013; CAMARA et al., 2016 e LWANDE et al., 2020).

Aedes albopictus era o vetor dominante na transmissão do DENV na Ásia no século XIX e foi substituído em algumas localidades com a chegada de *Ae. aegypti* ao continente. Determinada cidades permitiram efetiva adaptação deste mosquito, tornando-o preeminente à espécie *Ae. albopictus* nativa (LOUNIBOS, 2002; GRATZ, 2004; PETRIĆ et al., 2014; BELLINI et al., 2020).

A coexistência entre *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* já foi apontada (PROPHIRO et al., 2011; KONAN et al., 2013; CAMARA et al., 2016; LOUNIBOS et al., 2016; LOUNIBOS; JULIANO, 2018; WILSON-BAHUN et al., 2020) em áreas de transição urbana e vegetação densa (HONÓRIO et al., 2009b) e, áreas suburbanas (LOURENÇO DE OLIVEIRA et al., 2004; LIMA-CAMARA et al., 2016; AYLLÓN et al., 2018). Porém ao se pensar na dispersão global destes mosquitos, é preciso considerar também a exclusão competitiva, que pode favorecer um ou outro dependendo das condições do ambiente, que proporcionam micro-habitats com condições climáticas, disponibilidade de criadouros e alimentos (DUNCOMBE et al.,

2013; O'NEAL; JULIANO; 2013; CAMARA et al., 2016; LOUNIBOS et al., 2016; ARDUINO et al., 2020; LWANDE et al., 2020).

Alguns estudos realizados em campo e no laboratório apontam superioridade competitiva de *Ae. albopictus* sobre *Ae. aegypti* (BARRERA, 1996; BRAKS et al., 2003; LEISNHAM; JULIANO, 2009; JULIANO, 2010; e O'NEAL; JULIANO; 2013; CAMARA et al., 2016; LOUNIBOS; JULIANO, 2018; SCHMIDT et al., 2018), especialmente quando há alta densidade de ambos os mosquitos e poucos recursos disponíveis (LIMA-CAMARA et al., 2014). Observou-se também, um aumento na densidade de *Ae. albopictus* em estações chuvosas, enquanto que *Ae. aegypti* resiste mais em estações secas, atenuando e estabilizando o componente de competição entre as espécies (LOUNIBOS et al., 2010; O'NEAL; JULIANO, 2013; CÂMARA et al., 2016; 2022; CUSTÓDIO et al., 2019; FERREIRA-DE-LIMA et al., 2020). Isto indica que a sazonalidade interfere na dispersão e abundância destes insetos. Lounibos et al. (2010), Mogi et al. (2017) e Schmidt et al. (2018) constataram que embora os ovos de ambas espécies tenham capacidade de dessecação, os ovos de *Ae. aegypti* são mais resistentes, enquanto os ovos de *Ae. albopictus* sobrevivem mais a diapausa (VEGA-RUA et al., 2013; ARMBRUSTER, 2016; KRAMER et al., 2021).

A disponibilidade de criadouros é outro fator que leva estes mosquitos a coexistirem, estudo apontam que na escassez de criadouros e alta densidade de *Ae. albopictus,* esta espécie se sobrepõe a de *Ae. aegypti* na competição por alimento (FONTENILLE; RODHAIN, 1989; BARRERA, 1996; JULIANO et al., 2002; LEISNHAM; JULIANO, 2009; ALTO et al., 2015; CÂMARA et al., 2016). Outro aspecto que pode intervir na dispersão, infestação e permanência dos mosquitos em determinadas localidades, bem como a prevalência de um ou do outro e/ou coexistência, é a interação ecológica de acasalamentos interespecíficos entre as espécies na fase adulta, conhecida como satirização (BARGIELOWSKI; LOUNIBOS, 2016; HONÓRIO et al., 2018a; LOUNIBOS; JULIANO, 2018; FERREIRA-DE-LIMA et al., 2020). A satirização é observada entre *Ae. albopictus* macho e fêmeas de *Ae. aegypti* resultando em esterilização das fêmeas de *Ae. aegypti* (BARGIELOWSKI; LOUNIBOS, 2016; AYLLÓN et al., 2018; HONÓRIO et al., 2018a). Desta forma, é sugerido que estas interações interespecíficas promovem fecundação cruzada, que afeta negativamente a distribuição das espécies (BARGIELOWSKI et al., 2013; LIMA-CAMARA et al., 2013).

Estas peculiaridades podem determinar a distribuição e abundância destes mosquitos em um território. Além disso, questões socioeconômicas, infraestrutura deficiente (ausência de saneamento básico, esgoto a céu aberto, acúmulo de água inadequado), densidade populacional, aspectos sociodemográficos (desigualdade social, urbanização, estilo de vida e envelhecimento populacional) (AYLLÓN et al., 2018; KAMAL et al., 2018; LWANDE et al., 2020; MOURA et al., 2020; DALPADADO et al., 2022; SWAN et al., 2022); assim como, o clima e as mudanças ambientais como antropização dos ambientes de mata (JULIANO; LOUNIBOS, 2005; LOUNIBOS et al., 2010; ARDUINO et al., 2020; LWANDE et al., 2020) são condições que podem promover habitat adequado para esses insetos.

2.4 FATORES SOCIOECONÔMICOS E ARBOVIROSES

O desenvolvimento global trouxe muitas possibilidades, como maior interação humana, fluxo rápido de informações, expansão do conhecimento científico, mas trouxe também maior vulnerabilidade e propagação das arboviroses (BOONKLONG; BHUMIRATANA, 2016; LWANDE et al., 2020). A exemplo, é possível citar a emergência e reemergência de doenças tropicais negligenciadas em todo o globo, principalmente em áreas tropicais e subtropicais, com a dengue, que hoje é a infecção arboviral que acomete mais de 100 milhões de pessoas no mundo (BRADY et al., 2012; BHATT et al.,2013; FREIRE FILHA; SOUZA; 2019; BRADY; HAY, 2020; WHO, 2021).

Numerosos países da Europa notificaram a ocorrência das arboviroses transmitidas por *Aedes* (ECDC, 2014; SCHAFFNER; MATHIS, 2014; FREIRE FILHA; SOUZA, 2019). Nas Américas, há registro de mais de 16 milhões de casos nos últimos 10 anos, somando as notificações de dengue, Zika e Chikungunya (CAUCHEMEZ et al., 2014; MORENS; FAUCI, 2014; TEIXEIRA et al.; 2015; WHO, 2021). Hoje, os principais arbovírus transmitidos por *Ae. aegypti* circulantes no Brasil, é o CHIKV, o DENV, o ZIKV e o YFV que voltou se expandir no território (LOPES et al., 2014; TEIXEIRA et al., 2015; DONALISIO et al., 2017; FREIRE FILHA; SOUZA, 2019; BARROS et al., 2021).

Algumas condições podem favorecer ou não a abundância do vetor em determinadas localidades, dentre elas podemos elencar as condições

socioeconômicas. Kikuti et al. (2015) associaram positivamente o nível socioeconômico menor ao risco para ocorrência de dengue, quando analisado separadamente um distrito sanitário de Salvador, Bahia, Brasil, corroborando com Murray et al. (2013) que apontaram o crescimento socioeconômico como relevante no controle das arboviroses.

Contudo, há divergências em relação à questão socioeconômica e a ocorrência da dengue. Rodrigues et al. (2018) conduziram um estudo na Comunidade de Manguinhos na cidade do Rio de Janeiro, Brasil, e pontuaram que os criadouros dos mosquitos não estão diretamente relacionados com a pobreza, mas as características do tipo de habitação. Resultado semelhante foi observado em um estudo realizado em Salvador por Teixeira et al. (2002), no qual não observaram correlação da incidência de dengue em áreas mais pobres.

As características socioeconômicas assim como os fatores sociodemográficos como idade, ocupação, escolaridade e cultura podem influenciar no tipo de criadouro, uma vez que o ser humano dependendo da sua necessidade pode armazenar água a céu aberto, abandonar edificações, produzir lixo, comercializar produtos como pneus (BRAGA et al., 2010; BECKER et al., 2014; GARCÍA-BETANCOURT et al., 2015; RODRIGUES et al., 2018). Associado aos fatores socioeconômicos e demográficos, o saneamento básico, que compete a esfera pública e que em alguns países como o Brasil é garantido pela Constituição (BRASIL, 2021), efetivamente não funciona para toda a população (IBGE, 2020) o que reflete no controle do *Ae. aegypti*, por exemplo.

Estudos como o de Medronho et al. (2009) reforçam a ideia de que a coleta de lixo, esgoto encanado e tratamento de água são efetivos no controle da proliferação dos mosquitos. Outro ponto que vale ressaltar é o abastecimento regular de água, uma vez que a irregularidade leva a população ao armazenamento incorreto (BRAGA et al., 2010; BECKER et al., 2014; GARCÍA-BETANCOURT et al., 2015; RODRIGUES et al., 2018).

No Sul do Brasil, Ajuz Vestena (2014) e Merêncio et al. (2018) corroboram sobre a relação positiva entre a condição de vida e ocorrência de arbovirose. Em ambos os estudos acima mencionados há a concordância que a influência da oferta irregular ou insuficiente do saneamento básico, rejeito e detritos em locais impróprios quando relacionados a presença de criadouros de mosquitos, apontando que 47,3% dos focos foram encontrados nos lixos.

2.5 FATORES ABIÓTICOS, BIÓTICOS E MOSQUITOS

A dispersão das espécies de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* está relacionada a sua plasticidade ecológica e pré-disposição genética de ambientarem-se às mudanças sazonais e climáticas (MONTAGNER et al., 2018; KRAMER et al., 2021). Ao longo dos anos esses mosquitos desenvolveram grande capacidade adaptativa, sendo encontrados em diversos tipos de criadouros, dos naturais aos artificiais. Ainda, esses mosquitos utilizam diferentes fontes para repasto sanguíneo, como seres humanos e animais de estimação (MONTAGNER et al., 2018; ARDUINO et al., 2020).

Em muitas situações essas espécies coexistem, mesmo que às vezes uma seja mais predominante que a outra (BRAKS et al., 2003; LEISNHAM; JULIANO, 2009; PROPHIRO et al., 2011; CÂMARA et al., 2016; NODEN et al., 2016; LOUNIBOS; JULIANO, 2018; ARDUINO et al., 2020). *Ae. aegypti* é um vetor que se adaptou ao ambiente urbano, sendo encontrado no peridomicílio, domicílio, em criadouros artificiais, como potes, vaso de plantas, pneus abandonados (SERPA et al., 2013; 2021; RODRIGUES et al., 2015; CÂMARA et al., 2016; LIMA-CAMARA, 2016; BERMUDI et al., 2017; CUSTÓDIO et al., 2019; HEINISCH et al., 2019; ARDUINO et al., 2020). Já a espécie *Ae. albopictus* apresenta dominância em zonas de transição da área urbana para borda de floresta (HONÓRIO et al., 2009b; LIMA-CAMARA et al., 2016; BENELLI et al., 2020; FERREIRA-DE-LIMA et al., 2020; UNLU et al., 2021), mas pode ser encontrado coexistindo em ambientes urbanos com a espécie *Ae. aegypti* (AYLLÓN et al., 2018). Em determinadas situações *Ae. albopictus* é favorecido na competição interespecífica (ALTO et al., 2015; LOUNIBOS et al., 2016; AYLLÓN et al.; 2018; LOUNIBOS; JULIANO, 2018).

A presença bem como a coexistência destes mosquitos em determinadas localidades é influenciada por fatores bióticos (BRAGA et al., 2010; BHATT et al., 2013; LITTLE et al., 2017; MATYSIAK; ROESS, 2017; LWANDE et al., 2020; RIBEIRO et al., 2020) o que inclui a cobertura vegetal (CÂMARA et al., 2016; HEINISCH et al., 2019; ARDUINO et al., 2020; FERREIRA-DE-LIMA et al., 2020; EGID et al., 2022), e fatores abióticos como temperatura, umidade, pluviosidade (ALTO; JULIANO, 2001; AJUZ; VESTENA, 2014; CUSTÓDIO et al. 2019; SIMON; RANGEL, 2021; EGID et al., 2022) Estudo de modelagem realizado por Kraemer et al. (2015a), corroboraram os achados de Brady et al. (2013) sobre a condição biológica de *Ae. aegypti* e *Ae.*

albopictus em relação a temperatura no ciclo de maturação dos ovos e sobrevida dos mosquitos adultos. Em outro modelo foi previsto que as mudanças no ambiente com maior disponibilidade de ambientes antropizados, produzirão mudanças no clima, principalmente na temperatura, sendo este o fator abiótico com maior influência na expansão destes mosquitos (KRAEMER et al., 2019).

Temperaturas mais elevadas (aproximadamente 30°C) interferiram no tempo de desenvolvimento da larva até o mosquito adulto. Tendo sido obtidos mais adultos em menor tempo, consequentemente maior densidade populacional destas espécies (ALTO; JULIANO, 2001; GU et al., 2016; DA CRUZ FERREIRA et al., 2017). No entanto, uma temperatura de aproximadamente 22°C não impede as espécies *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* de se reproduzirem. No caso, foi demonstrado que *Ae. albopictus,* fica ativa o ano todo adaptando-se a temperaturas mais baixas (BRADY et al. 2014; MELOCK et al. 2015; CUNZE et al., 2016; DA CRUZ FERREIRA et al., 2017; CUSTÓDIO et al., 2019; KRAMER et al., 2021).

Estudos de Da Cruz Ferreira et al. (2017), Merêncio et al. (2018) e Zequi et al. (2018) sobre a distribuição de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* no Sul do Brasil demonstraram que existe uma correlação positiva direta entre o aumento do número de criadouros a temperatura e a precipitação. No Paraná, foi observado que nos meses de novembro a março a temperatura e a pluviosidade favoreceram a infestação destes mosquitos (AJUZ; VESTENA, 2014). Barrera et al. (2019) correlacionaram a influência da precipitação na abundância de oviposição, principalmente de *Ae. aegypti*, em San Juan, Porto Rico. Dependendo da disponibilidade de local para oviposição e desenvolvimento, a chuva contribui para formação de habitats/criadouros (COSTA et al., 2015). Mas em excesso ou por um longo tempo, a precipitação pode provocar o transbordamento dos criadouros eliminando as larvas do mosquito (TARANTO et al., 2015; MOURA et al., 2020).

A umidade relativa quando associada a temperatura foi correlacionada ao aumento da densidade larvária em São Sebastião, litoral norte do Estado de São Paulo, Brasil (RIBEIRO et al., 2006). Estudo realizado na área urbana de Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil, objetivando compreender a dinâmica populacional de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* e os fatores abióticos apresentou resultados semelhantes com relação a associação destas duas variáveis climáticas e a população de mosquitos (CUSTÓDIO et al., 2019).

Moura et al. (2020) apontaram que na costa nordestina devido a manutenção e pouca flutuação das temperaturas acima de 32°C e a umidade relativa maior que 80%, propiciaram condições ideais para infestação das espécies *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* em níveis elevados. Souza et al. (2022) em estudo conduzido na região litorânea do estado do Paraná, Brasil, avaliaram a correlação da oviposição destas espécies com as variáveis climáticas, somente a temperatura média influenciou positivamente.

Além das variáveis climáticas a cobertura vegetal também apresenta influência nas espécies *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus*, entretanto os achados divergem. Ayllón et al. (2018) observando a dispersão da espécie *Ae. albopictus* em um complexo de favelas urbanas no Rio de Janeiro, Brasil, mencionam a relação negativa entre a presença do mosquito e a vegetação, ou seja, *Ae. albopictus* tem apresentado comportamento domiciliar que vem ao encontro dos resultados encontrados por Egid et al. (2022) na África Ocidental. Nesse trabalho de Egid et al. (2022) dizem que a espécie *Ae. albopictus* devido à sua plasticidade ecológica, está explorando e se adaptando a uma gama de habitats, inclusive o urbano e sobressaindo-se ao *Ae. aegypti* em algumas áreas. No Sri Lanka a espécie *Ae. albopictus* foi encontrada em áreas rurais, suburbanas e urbanas, enquanto que a espécie *Ae. aegypti* esteve presente nas áreas urbanas (DALPADADO et al., 2022). Ao confrontarem a distribuição geográfica e a escolha do habitat das espécies *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* em Brazzaville, capital da República do Congo, Wilson-Bahun et al. (2020) evidenciaram que a presença dos mosquitos é influenciada positivamente pela vegetação circundante, sendo *Ae. aegypti* encontrado nas áreas mais antropizadas e *Ae. albopictus* nas áreas periurbanas cercadas por vegetação.

As variações nos fatores abióticos temperatura, precipitação umidade relativa e cobertura vegetal, caracterizam-se por microambientes com microclimas distintos e que compõem o nicho ecológico de cada espécie (FONSECA JÚNIOR et al., 2019; ARDUINO et al., 2020; SERPA et al., 2013; 2021). Uma vez associados, promovem a permanência de um ou outro mosquito ou a coexistência de ambos, seja na área urbana ou de transição, reforçando a importância da paisagem bem como da cobertura vegetal na formação destes microclimas (LOUNIBOS et al., 2016; MONTAGNER et al., 2018; ARDUINO et al., 2020).

Neste contexto, Leta et al. (2018) correlacionaram a adequação do habitat dos mosquitos com a ocorrência de dengue, Chikungunya, febre amarela, de Zika e febre

do Vale Rift (doença zoonótica). Nessa revisão foram elencados aproximadamente 215 países com o estabelecimento de *Ae. aegypti* e/ou *Ae. albopictus*. Dentre estes, 146 países relatam pelo menos uma arbovirose transmitida por estes mosquitos. Aproximadamente metade registrou a ocorrência de mais de uma doença na população, comprovando a ameaça global destes vetores à saúde pública.

2.6 IMPORTÂNCIA EPIDEMIOLÓGICA

Em 50 anos a incidência de arboviroses no mundo aumentou 30 vezes, devido à rápida propagação dos mosquitos no meio rural e urbano (WHO, 2011; 2021). E especificamente a dengue é uma doença potencialmente fatal que atinge mais de 2,5 bilhões de pessoas, sendo endêmica em mais 100 países (FREIRE FILHA; SOUZA, 2019).

Aedes aegypti é considerado o mosquito com grande importância no Brasil e no mundo, pois está diretamente envolvido na transmissão dos vírus dengue, Chikungunya, febre amarela e Zika no país (LOURENÇO DE OLIVEIRA et al., 2003; WHO, 2011; AGARWAL et al., 2014; KRAEMER et al., 2015a; VALLE et al., 2015; CHOMPOOSRI et al., 2016; COUTO-LIMA et al., 2017; AMRAOUI et al., 2018; LETA et al., 2018; PEREIRA DOS SANTOS et al., 2018; BARBOSA et al., 2020; GABIANE et al., 2022).

No Brasil, a competência vetorial de *Ae. albopictus* foi comprovada em condições laboratoriais para o vírus da dengue. Lourenço de Oliveira et al. (2003) conduziram estudo com as populações brasileiras de *Ae. albopictus* e observaram a suscetibilidade para o vírus. Vega-Rua et al. (2014) e Honório et al. (2018b) realizaram infecções orais em *Ae. albopictus* para os vírus Chikungunya, confirmando elevado nível de competência vetorial, assim como, para infecção pelo ZIKV (CHOUIN-CARNEIRO et al., 2016).

Couto-Lima et al. (2017) infectaram artificialmente populações de *Ae. albopictus* das cidades de Goiânia, Manaus e Rio de Janeiro com YFV e observaram competência vetorial após o 14º dia de infecção, demonstrando a importância da manutenção da vigilância e de estudos acerca da biologia dessa espécie no país. Mesmo que no Brasil a espécie *Ae. albopictus* não tenha sido incriminada como vetor de arbovírus, ele é vetor primário do vírus da dengue em diversos países da Ásia. Na

África o vírus Zika já foi isolado em populações naturais dessa espécie no Gabão, e vem sendo apontado como importante vetor da Chikungunya em alguns países de clima temperado, como França e Itália (HAWLEY, 1988; GRATZ, 2004; PONLAWAT; HARRINGTON, 2005; GRANDADAM et al., 2011; MARICONTI et al., 2019; BELLINI et al., 2020; MONGE et al., 2020; ALFSNES et al., 2021; BARZON et al., 2021; LAYCOCK et al., 2022; UNLU et al., 2021).

As doenças relacionadas a esse mosquito estão aumentando desproporcionalmente, e com as variações nas condições climáticas podem agravar a ocorrência destas arboviroses em algumas partes endêmicas (GUBLER, 2011; MURRAY et al., 2013; KHORMI; KUMAR, 2014; MORDECAI et al., 2017; BRADY; HAY, 2020; MIRANDA et al., 2020; RIBEIRO et al., 2020; SOUZA et al., 2021; TEIXEIRA et al., 2002; BARROS et al., 2021; GUREVITZ et al., 2021; WHO, 2021; MERCIER et al., 2022).

De acordo com os Boletins de Infestação Predial da Secretaria de Estado da Saúde do Paraná, a prevalência e incidência de populações de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* é alta nos municípios do litoral do Estado, devido às condições de clima, temperatura e criadouros adequados para o seu desenvolvimento. Contudo, somente após a entrada de *Ae. aegypti* na cidade de Paranaguá casos autóctones de infecções por CHIKV, DENV e ZIKV têm sido descritos para a região litorânea (PARANÁ, 2022).

2.7 TRANSMISSÃO TRANSOVARIANA

A transmissão transovariana é uma infecção vertical, ou seja, a fêmea transmite o arbovírus para sua prole dentro do ovário ou *transovum* durante a oviposição (AGARWAL et al., 2014; LEQUIME et al., 2016; CHOUIN-CARNEIRO; DOS SANTOS, 2017; FERREIRA-DE-LIMA; LIMA-CAMARA, 2018). A efetividade da transmissão transovariana é maior que no *transovum* (LEQUIME et al., 2016; LAI et al., 2020). O vírus ao penetrar no ovário da fêmea infecta os germários, estrutura que compõem o ovaríolo juntamente com os folículos primários, secundário e terciário, que ao final de cada ciclo gonotrófico se separa amadurecendo (FORATTINI, 2002). Uma vez fecundado o ovo, o vírus começa sua replicação no embrião persistindo até a prole adulta (BEATY et al., 1980; ROSEN, 1988; SÁNCHEZ-VARGAS et al., 2018; LAI

et al., 2020). Na transmissão *transovum*, no oviduto, o vírus invade a micrópila infectando o córion (ROSEN, 1988; HIGGS; BEATY, 204; LAI et al., 2020).

Esse tipo de transmissão tem sido investigada em *Aedes* spp, uma vez que há relatos de mosquitos silvestres (machos) infectados com DENV, ZIKV e ensaios laboratoriais demonstram que este tipo de transmissão pode ocorrer para DENV, CHIKV e YFV (CECÍLIO et al., 2015; EDILLO et al., 2015; FERREIRA-DE-BRITO et al., 2016; SMARTT et al., 2017; FERNANDES et al., 2020; REZENDE et al., 2020; VEGA-RUA et al., 2014; 2020). A transmissão viral transovariana tem sido relatada principalmente para os gêneros *Alphavirus* (família *Togaviridae*) e *Flavivirus* (família *Flaviviridae*) (ESPINOSA et al., 2014; CECÍLIO et al., 2015; EDILLO et al., 2015).

O fenômeno da dessecação permite a retenção dos vírus no interior dos ovos, possibilitando sua viabilidade durante os períodos frios e secos, quando ocorre a redução do número de mosquitos (ROSEN, 1988; CHOMPOOSRI et al., 2016; CHOUIN-CARNEIRO; DOS SANTOS, 2017), sendo este um mecanismo que o arbovírus utiliza para assegurar a sua perpetuação no período interepidêmico (CRUZ et al., 2015; COSTA et al., 2017; MEDEIROS et al., 2018). Alguns trabalhos reproduziram este tipo de transmissão no laboratório e relataram a ocorrência desta infecção natural para *Alphavirus* (AGARWAL et al., 2014; CHOMPOOSRI et al., 2016) e para o *Flavivírus* (ESPINOSA et al., 2014; CECÍLIO et al., 2015; FERREIRA-DE-BRITO et al., 2016; LEQUIME et al., 2016; CARNEIRO et al., 2017; CHOUIN-CARNEIRO; DOS SANTOS, 2017; COSTA et al., 2017; LI et al., 2017; FERREIRA-DE-LIMA; LIMA-CAMARA, 2018).

A transmissão transovariana pelas espécies *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* foi confirmada em estudos conduzidos na América do Sul e Ásia, seguida pela América do Norte e Central, respectivamente (VEGA-RUA et al., 2014; CHOUIN-CARNEIRO et al., 2016; SMARTT et al., 2017; FERREIRA-DE-LIMA; LIMA-CAMARA, 2018).

Sabe-se atualmente que o mosquito *Ae. aegypti* tem comprovada capacidade na transmissão vertical de ZIKV na natureza (COSTA et al., 2017). Smartt et al. (2017) relataram resquícios de RNA compatível com ZIKV em ovos coletados em campo de *Ae. albopictus* no Estado da Bahia, mas as evidências foram refutadas.

A transmissão vertical pode acontecer separadamente ou em conjunto com a transmissão horizontal (LEQUIME et al., 2016), condição na qual a fêmea de *Aedes* se infecta ao realizar repasto em um hospedeiro ou no momento do acasalamento (THANGAMANI et al., 2016; FERREIRA-DE-LIMA; LIMA-CAMARA, 2018; BARROS

et al., 2021). A transmissão de modo misto (EBERT, 2013; LEQUIME et al., 2016) é um fenômeno que garante a propagação do vírus, principalmente quando a densidade dos hospedeiros declina (LIPSITCH et al., 1996; LEQUIME et al., 2016). Ela é mais comum em vírus da dengue, mas é descrito na literatura que esse evento possa ocorrer com outros vírus, devido a recente disseminação do CHIKV e ZIKV (FERREIRA-DE-LIMA; LIMA-CAMARA, 2018).

REFERÊNCIAS

AGARWAL, A.; DASH, P. K.; SINGH, A. K.; et al. Evidence of Experimental Vertical Transmission of Emerging Novel ECSA Genotype of Chikungunya Virus in *Aedes aegypti*. **PLoS Negl Trop Dis.**, v. 8, n. 7, 2014.

AJUZ, L. C.; VESTENA, L. R. Influência da pluviosidade e temperatura ambiente na longevidade e fecundidade dos *Aedes aegypti* e *albopictus* na cidade de Guarapuava-PR e possibilidade de superinfestação. **Hygeia**, v. 10, n. 8, p. 1–18, 2014.

ALENCAR, C. H. M. DE; ALBUQUERQUE, L. M. DE; AQUINO, T. M. F. DE; et al. Potencialidades do *Aedes albopictus* como vetor de arboviroses no Brasil: um desafio para a atenção primária. **Rev. APS**, v. 11, n. 4, p. 459–467, 2008.

ALFSNES, K.; ELDHOLM, V.; GAUNT, M. W.; DE LAMBALLERIE, X.; GOULD, E. A.; PETTERSSON, J. H. O. Tracing and tracking the emergence, epidemiology and dispersal of dengue virus to Africa during the 20th century. **One Health**, v. 13, 2021.

ALMEIDA, A. P. . Mosquitoes (Diptera, Culicidae) and their medical importance for Portugal: challenges for the 21st century. **Acta Medic. Portug.**, v. 24, n. 6, p. 961–74, 2011.

ALTO, B. W.; BETTINARDI, D. J.; ORTIZ, S. Interspecific larval competition differentially impacts adult survival in dengue vectors. **J Med Entomol.**, v. 52, n. 2, p. 163–170, 2015.

ALTO, B. W.; JULIANO, S. A. Precipitation and Temperature Effects on Populations of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae): Implications for Range Expansion. **J Med Entomol.**, v. 38, n. 5, p. 646–656, 2001.

AMARAL, R. J. V. DO; PETRETSKI, M. D. Interação Patógeno-Vetor: Dengue. In: Tópicos Avançados em Entomologia Molecular. **Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Entomologia Molecular** (Ed.). Rio de Janeiro: INCTEM Cap. 14, 2012. p.1–31.

AMRAOUI, F.; PAIN, A.; PIORKOWSKI, G.; et al. Experimental Adaptation of the Yellow Fever Virus to the Mosquito *Aedes albopictus* and Potential risk of urban epidemics in Brazil, South America. **Scientific Reports**, v. 8, n. 1, p. 14337, 2018.

ARDUINO, M. DE B.; MUCCI, L. F.; SANTOS, L. M. DOS; SOARES, M. F. DE S. Importance of microenvironment to arbovirus vector distribution in an urban area, São Paulo, Brazil. **Rev. Soc. Bras. Med. Trop**, v. 53, n. e20190504, p. 1–10, 2020.

ARMBRUSTER, P. A. Photoperiodic Diapause and the Establishment of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in North America. **J Med Entomol.**, v. 53, n. 5, p. 1013–1023, 2016.

AYLLÓN, T.; CÂMARA, D. C. P.; MORONE, F. C.; et al. Dispersion and oviposition of *Aedes albopictus* in a Brazilian slum: Initial evidence of Asian tiger mosquito domiciliation in urban environments. **PLoS One**, v. 13, n. 4, p. e0195014, 2018.

BARBOSA, R. M. R.; MELO-SANTOS, M. A. V. DE; SILVEIRA JR, J. C.; et al. Infestation of an endemic arbovirus area by sympatric populations of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in Brazil. **Mem. Inst. Oswaldo Cruz**, v. 115, 2020.

BARGIELOWSKI, I. E.; LOUNIBOS, L. P. Satyrization and satyrization-resistance in competitive displacements of invasive mosquito species. **Insect Science**, v. 23, n. 2, p. 162–174, 2016.

BARGIELOWSKI, I. E.; LOUNIBOS, L. P.; CARRASQUILLA, M. C. Evolution of resistance to satyrization through reproductive character displacement in populations of invasive dengue vectors. **Proc Natl Acad Sci U S A**, v. 110, n. 8, p. 2888–2892, 2013.

BARRERA, R. Competition and resistance to starvation in larvae of container-inhabiting *Aedes* mosquitoes. **Ecol Entomol.**, v. 21, n. 2, p. 117–127, 1996.

BARRERA, R.; AMADOR, M.; ACEVEDO, V.; BELTRAN, M.; MUÑOZ, J. L. A comparison of mosquito densities, weather and infection rates of *Aedes aegypti* during the first epidemics of Chikungunya (2014) and Zika (2016) in areas with and without vector control in Puerto Rico. **Medical and Veterinary Entomology**, v. 33, n. 1, p. 68–77, 2019.

BARROS, A. J. DE; LAUDARES, S.; ROMÃO, E. M.; et al. Uma revisão sobre o vírus da dengue e seus vetores. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 10, p. e289101018733, 2021.

BARZON, L.; GOBBI, F.; CAPELLI, G.; et al. Autochthonous dengue outbreak in Italy 2020: clinical, virological and entomological findings. **Journal of Travel Medicine**, v. 28, n. 8, p. 130, 2021.

BEATY, B. J.; TESH, R. B.; AITKEN, T. H. G. Transovarial Transmission of Yellow Fever Virus in Stegomyia Mosquitoes. **Am J Trop Med Hyg.**, v. 29, n. 1, p. 125–132, 1980.

BECKER, B.; LEISNHAM, P. T.; LADEAU, S. L. A tale of two city blocks: Differences in immature and adult mosquito abundances between socioeconomically different urban blocks in Baltimore (Maryland, USA). **Int J Environ Res Public Health**, v. 11, n. 3, p. 3256–3270, 2014.

BELLINI, R.; MICHAELAKIS, A.; PETRIĆ, D.; et al. Practical management plan for invasive mosquito species in Europe: I. Asian tiger mosquito (*Aedes albopictus*). **Travel Medicine and Infectious Disease**, v. 35, p. 101691, 2020.

BENELLI, G.; WILKE, A. B. B.; BEIER, J. C. *Aedes albopictus* (Asian Tiger Mosquito). **Trends in Parasitology**, v. 36, n. 11, p. 942–943, 2020.

BERMUDI, P. M. M.; KOWALSKI, F.; MENZATO, M. M.; et al. Criadouro de *Aedes aegypti* em reservatório subterrâneo de água da chuva: um alerta. **Rev. Saúde Pública**, v. 51, p. 122–127, 2017.

BHATT, S.; GETHING, P. W.; BRADY, O. J.; et al. The global distribution and burden of dengue. **Nature**, v. 496, n. 7446, p. 504–507, 2013.

BOONKLONG, O.; BHUMIRATANA, A. Seasonal and Geographical Variation of Dengue Vectors in Narathiwat, South Thailand. **Can J Infect Dis Med Microbiol.**, v. 2016, 2016.

BORGHERINI, G.; POUBEAU, P.; STAIKOWSKY, F.; et al. Outbreak of chikungunya on Reunion Island: Early clinical and laboratory features in 157 adult patients. **Clinical Infectious Diseases**, v. 44, n. 11, p. 1401–1407, 2007.

BOYER, S.; TOTY, C.; JACQUET, M.; LEMPÉRIÈRE, G.; FONTENILLE, D. Evidence of Multiple Inseminations in the Field in *Aedes albopictus*. **PLoS One**, v. 7, n. 8, p. e42040, 2012.

BRADY, O. J.; GETHING, P. W.; BHATT, S.; et al. Refining the Global Spatial Limits of Dengue Virus Transmission by Evidence-Based Consensus. **PLoS Negl Trop Dis**, v. 6, n. 8, p. e1760, 2012.

BRADY, O. J.; GOLDING, N.; PIGOTT, D. M.; et al. Global temperature constraints on *Aedes aegypti* and *Ae. albopictus* persistence and competence for dengue virus transmission. **Parasites & Vectors**, v. 7, n. 1, p. 338, 2014.

BRADY, O. J.; HAY, S. I. The global expansion of dengue: How *Aedes aegypti* mosquitoes enabled the first pandemic arbovirus. **Annual Review of Entomology**, v. 65, p. 191-208, 2020.

BRADY, O. J.; JOHANSSON, M. A.; GUERRA, C. A.; et al. Modelling adult *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* survival at different temperatures in laboratory and field settings. **Parasites and Vectors**, v. 6, n. 1, 2013.

BRAGA, C.; LUNA, C. F.; MARTELLI, C. M. T.; et al. Seroprevalence and risk factors for dengue infection in socio-economically distinct areas of Recife, Brazil. **Acta Tropica**, v. 113, n. 3, p. 234–240, 2010.

BRAGA, I. A.; VALLE, D. *Aedes aegypti*: histórico do controle no Brasil. **Epidemiol. Serv. Saúde**, v. 16, n. 2, p. 113–118, 2007.

BRAKS, M. A. H.; HONÓRIO, N. A.; LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, R.; JULIANO, S. A.; LOUNIBOS, L. P. Convergent Habitat Segregation of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in Southeastern Brazil and Florida. **J Med Entomol.**, v. 40, n. 6, p. 785–794, 2003.

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil:** texto constitucional promulgado em 5 de outubro de 1988, compilado até a Emenda Constitucional nº110/2021. Brasília, DF: Senado Federal, 2021.

BRIEGEL, H.; HEFTI, M.; DIMARCO, E. Lipid metabolism during sequential gonotrophic cycles in large and small female *Aedes aegypti*. **J Insect Physiol**, v. 48, n. 5, p. 547-554, 2002.

BROCHE, R. G.; BORJA, E. M. *Aedes albopictus* in Cuba. **J Am Mosq Control Assoc.**, v. 15, n. 4, p. 569–570, 1999.

BROWN, H. E.; COX, J.; COMRIE, A. C.; BARRERA, R. Habitat and density of oviposition opportunity influences *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) flight distance. **J Med Entomol.**, v. 54, n. 5, p. 1385–1389, 2017.

BROWN, J. E; EVANS, B. R.; ZHENG, W.; et al. Human impacts have shaped historical and recent evolution in *Aedes aegypti*, the dengue and yellow fever mosquito. **Evolution**, v. 68, n. 2, p. 514–525, 2014.

CÂMARA, D. C. P.; CODEÇO, C. T.; AYLLÓN, T.; et al. Entomological Surveillance of *Aedes* Mosquitoes: Comparison of Different Collection Methods in an Endemic Area in Rio de Janeiro, Brazil. **Trop Med Infect Dis.**, v. 7, n. 7, 2022.

CÂMARA, D. C. P.; CODEÇO, C. T.; JULIANO, S. A.; et al. Seasonal differences in density but similar competitive impact of *Aedes albopictus* (Skuse) on *Aedes aegypti* (L.) in Rio de Janeiro, Brazil. **PLoS One**, v. 11, n. 6, 2016.

CARNEIRO, M. A. F.; ALVES, B. DA C. A.; GEHRKE, F. DE S.; et al. Environmental factors can influence dengue reported cases. **Revista da Associação Médica Brasileira**, v. 63, n. 11, p. 957–961, 2017.

CARVALHO, R. G.; LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, R.; BRAGA, I. A. Updating the geographical distribution and frequency of *Aedes albopictus* in Brazil with remarks regarding its range in the Americas. **Mem. Inst. Oswaldo Cruz**, v. 109, n. 6, p. 787–796, 2014.

CAUCHEMEZ, S.; LEDRANS, M.; POLETTO, C.; et al. Local and regional spread of chikungunya fever in the Americas. **Euro Surveill**, v. 19, n. 28, p. 20854, 2014.

CAVALCANTE, K. R. L. J.; TAUIL, P. L. Características epidemiológicas da febre amarela no Brasil, 2000-2012. **Epidemiol. Serv. Saúde**, v. 25, n. 1, p. 11–20, 2016.

CAVALCANTI, I. F. A.; DIAS, M. A. F.; JUSTI, M. G. A.; FERREIRA, N. J. **Tempo e Clima no Brasil**. 1º ed. São Paulo: Editora Oficina de Textos, 2019.

CECÍLIO, A.B.; CAMPANELLI, E.S.; SOUZA, K.P.R.; FIGUEIREDO, L.B.; RESENDE, M.C. Natural vertical transmission by *Stegomyia albopicta* as dengue vector in Brazil. **Brazil. Jour. of Biology**, v.*69*, n.1, p. 123–127, 2009.

CECÍLIO, S. G.; JÚNIOR, W. F. S.; TÓTOLA, A. H.; et al. Dengue virus detection in *Aedes aegypti* larvae from southeastern Brazil. **J Vector Ecol**, v. 40, n. 1, p. 71–74, 2015.

CHADEE, D. D. Oviposition strategies adopted by gravid *Aedes aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae) as detected by ovitraps in Trinidad, West Indies (2002-2006). **Acta Tropica**, v. 111, n. 3, p. 279–283, 2009.

CHADEE, D. D.; BEIER, J. C.; MOHAMMED, R. T. Fast and slow blood-feeding durations of *Aedes aegypti* mosquitoes in Trinidad. **J Vector Ecol**, v. 27, n. 2, p. 172–7, 2002.

CHIEFFI, P. P. Algumas questões decorrentes da reintrodução do *Aedes aegypti* no Brasil. **Cad. Saúde Pública** , v. 1, n. 3, p. 385–387, 1985.

CHITOLINA, R. F.; ANJOS, F. A.; LIMA, T. S.; et al. Raw sewage as breeding site to *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Diptera, culicidae). **Acta Tropica**, v. 164, p. 290–296, 2016.

CHOMPOOSRI, J.; THAVARA, U.; TAWATSIN, A.; et al. Vertical transmission of Indian Ocean Lineage of chikungunya virus in *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* mosquitoes. **Parasites & Vectors**, v. 9, n. 1, p. 227, 2016.

CHOUIN-CARNEIRO, T.; DOS SANTOS, F. B. Transmission of Major Arboviruses in Brazil: The Role of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* Vectors. In: SHIELDS, V. D. (Ed.). **Biol. Control Pest and Vec. Insec**. London: IntechOpen, 2017.

CHOUIN-CARNEIRO, T.; VEGA-RUA, A.; VAZEILLE, M.; et al. Differential Susceptibilities of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* from the Americas to Zika Virus. **PLoS Negl Trop Dis**, v. 10, n. 3, 2016.

CONSOLI, R. A. G. B.; LOURENÇO DE OLIVEIRA, R. **Principais Mosquitos de Importância Sanitária no Brasil**. Rio de Janeiro, 1994.

COSTA, A. C.; CODEÇO, C. T.; HONÓRIO, N. A.; et al. Surveillance of dengue vectors using spatio-temporal Bayesian modeling. **BMC**, v. 15, n. 1, p. 93, 2015.

COSTA, C. F. DA; DOS PASSOS, R. A.; LIMA, J. B. P.; et al. Transovarial transmission of DENV in *Aedes aegypti* in the Amazon basin: a local model of xenomonitoring. **Parasites & Vectors**, v. 10, n. 1, p. 249, 2017.

COSTA, M. 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. **Aleph**, 2001.

COSTA, Z. G. A.; ROMANO, A. P. M.; ELKHOURY, A. N. M.; FLANNERY, B. Evolução histórica da vigilância epidemiológica e do controle da febre amarela no Brasil. **Revista Pan-Amazônica de Saúde**, v. 2, n. 1, p. 11–26, 2011.

COSTA-RIBEIRO, M. C. V. DA; LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, R.; FAILLOUX, A. B. Geographic and temporal genetic patterns of *Aedes aegypti* populations in Rio de Janeiro, Brazil. **Trop Med Int Health.**, v. 11, n. 8, p. 1276–1285, 2006.

COSTA-RIBEIRO, M. C. V. DA; SANTOS-NETO, L. G. DOS. Primeiro registro de *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Skuse) (Diptera, Culicidae) em Morretes, planície litorânea do Estado do Paraná, Brasil. **Rev. Brasil. Zoo.**, v. 18, n. supl. 1, p. 347–348, 2001.

COUTO-LIMA, D.; MADEC, Y.; BERSOT, M. I.; et al. Potential risk of re-emergence of urban transmission of Yellow Fever virus in Brazil facilitated by competent *Aedes* populations. **Scientific Reports**, v. 7, n. 1, p. 4848, 2017.

DA CRUZ FERREIRA, D. A.; DEGENER, C. M.; DE ALMEIDA MARQUES-TOLEDO, C.; et al. Meteorological variables and mosquito monitoring are good predictors for infestation trends of *Aedes aegypti*, the vector of dengue, chikungunya and Zika. **Parasites & Vectors**, v. 10, n. 1, p. 1–11, 2017.

CRUZ, L. C. DE T. A. DA; SERRA, O. P.; LEAL-SANTOS, F. A.; et al. Natural transovarial transmission of dengue virus 4 in *Aedes aegypti* from Cuiabá, State of Mato Grosso, Brazil. **Rev. Soc. Bras. Med. Trop**, v. 48, n. 1, p. 18–25, 2015.

CUNZE, S.; KOCHMANN, J.; KOCH, L. K.; KLIMPEL, S. *Aedes albopictus* and its environmental limits in Europe. **PLoS One**, v. 11, n. 9, 2016.

CURITIBA. PREFEITURA MUNICIPAL DE CURITIBA. **Dengue**. Disponível em: https://saude.curitiba.pr.gov.br/vigilancia/saude-ambiental/dengue.html. Acesso em: 6 set. 2020.

CUSTÓDIO, J. M. DE O.; NOGUEIRA, L. M. S.; SOUZA, D. A.; et al. Abiotic factors and population dynamic of *aedes aegypti* and *aedes albopictus* in an endemic area of dengue in Brazil. **Rev. Inst. Med. trop. S. Paulo**, v. 61, 2019.

DALPADADO, R.; AMARASINGHE, D.; GUNATHILAKA, N.; ARIYARATHNA, N. Bionomic aspects of dengue vectors *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* at domestic settings in urban, suburban and rural areas in Gampaha District, Western Province of Sri Lanka. **Parasites & Vectors**, v. 15, n. 1, p. 148, 2022.

DINIZ, D. F. A.; DE ALBUQUERQUE, C. M. R.; OLIVA, L. O.; DE MELO-SANTOS, M. A. V.; AYRES, C. F. J. Diapause and quiescence: dormancy mechanisms that contribute to the geographical expansion of mosquitoes and their evolutionary success. **Parasites & Vectors**, v. 10, n. 1, p. 310, 2017.

DONALISIO, M. R.; FREITAS, A. R. R.; ZUBEN, A. P. B. VON. Arboviruses emerging in Brazil: challenges for clinic and implications for public health. **Rev. Saúd. Públ.**, v. 51, 2017.

DUNCOMBE, J.; ESPINO, F.; MAROLLANO, K.; et al. Characterizing the spatial dynamics of sympatric *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* populations in the Philippines. **Geosp. health**, v. 8, n. 1, p. 255, 2013.

EADS, R. B. Recovery of *Aedes albopictus* from used tires shipped to United States ports. **Mosq. News**, v. 32, n. 1, p. 113–114, 1972.

EBERT, D. The epidemiology and evolution of symbionts with mixed-mode transmission. **Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst**, v. 44, n.1, p.623-643, 2013.

ECDC. European Centre for Disease Prevention and Control. **Dengue outbreak in Madeira, Portugal, March 2013**. Stockholm, 2014.

EDILLO, F. E.; SARCOS, J. R.; SAYSON, S. L. Natural vertical transmission of dengue viruses in *Aedes aegypti* in selected sites in Cebu City, Philippines. **J Vector Ecol**, v. 40, n. 2, p. 282–91, 2015.

EGID, B. R.; COULIBALY, M.; DADZIE, S. K.; et al. Review of the ecology and behavior of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in Western Africa and implications for vector control. **Current Research in Parasitology & Vector-Borne Diseases**, v. 2, p. 100074, 2022.

ESPINOSA, M.; GIAMPERETTI, S.; ABRIL, M.; SEIJO, A. Transmisión vertical de virus dengue en *Aedes aegypti*, capturados en Puerto Iguazú, Misiones, Argentina. **Rev. Inst. Med. trop. S. Paulo**, v. 56, n. 2, p. 165–167, 2014.

FARNESI, L. C.; MARTINS, A. J.; VALLE, D.; REZENDE, G. L. Embryonic development of *Aedes aegypti (*Diptera: Culicidae): influence of different constant temperatures. **Mem. Inst. Oswaldo Cruz**, v. 104, n. 1, p. 124–126, 2009.

FERNANDES, R. S.; O'CONNOR, O.; BERSOT, M. I. L.; et al. Vector competence of *aedes aegypti, aedes albopictus* and *culex quinquefasciatus* from Brazil and New Caledonia for three Zika virus lineages. **Pathogens**, v. 9, n. 7, p. 1–17, 2020.

FERNÁNDEZ, Z.; FORATTINI, O. P. Survival of *Aedes albopictus* in Brazil: Physiological age and reproductive history. **Rev. Saúde Pública**, v. 37, n. 3, p. 285–291, 2003.

FERREIRA, E. T. DE A.; MATOS-ROCHA, T. J.; CALHEIROS, C. M. L. Identification of the diversity of possible breeding sites used by *Aedes aegypti* in construction works. **Diversitas Journal**, v. 7, n. 1, p. 0148–0162, 2022.

FERREIRA-DE-BRITO, A.; RIBEIRO, I. P.; MIRANDA, R. M. DE; et al. First detection of natural infection of *aedes aegypti* with Zika virus in Brazil and throughout South America. **Mem. Inst. Oswaldo Cruz**, v. 111, n. 10, p. 655–658, 2016.

FERREIRA-DE-LIMA, V. H.; CÂMARA, D. C. P.; HONÓRIO, N. A.; LIMA-CAMARA, T. N. The Asian tiger mosquito in Brazil: Observations on biology and ecological interactions since its first detection in 1986. **Acta Tropica**, n. 205, p.105386, 2020.

FERREIRA-DE-LIMA, V. H.; LIMA-CAMARA, T. N. Natural vertical transmission of dengue virus in *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*: a systematic review. **Parasites & Vectors**, v. 11, n. 1, p. 77, 2018.

FINLAY, C. J. El mosquito hipotéticamente considerado como agente de transmisión de la fiebre amarilla. **An Acad Cien Med Fis Natur Habana**, n. 18, p. 147–169, 175–177, 1881.

FONSECA JÚNIOR, D. P. DA; SERPA, L. L. N.; BARBOSA, G. L.; et al. Vectors of arboviruses in the state of São Paulo: 30 years of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*. **Rev. Saúde Pública**, v. 53, p. 84, 2019.

FONTENILLE, D.; RODHAIN, F. Biology and distribution of *Aedes albopictus* and *Aedes aegypti* in Madagascar. **J Am Mosq Control Assoc**, v. 5, n. 2, p. 219–225, 1989.

FORATTINI, O. P. Identificação de *Aedes (Stegomyia) Albopictus* (Skuse) no Brasil. **Rev. Saúde Pública**, v. 20, n. 3, p. 244–245, 1986.

FORATTINI, O. P. **Culicidologia Médica:** Identificação, Biologia, Epidemiologia. 1ª ed. São Paulo, 2002

FORATTINI, O. P.; BRITO, M. DE. Reservatórios domiciliares de água e controle do *Aedes aegypti*. **Rev. Saúde Pública**, v. 37, n. 5, p. 676–677, 2003.

FRAIHA, H. Reinfestação do Brasil pelo *Aedes aegypti*. Considerações sobre o risco de urbanização do vírus da febre amarela silvestre na região reinfestada. **Rev. Inst. Med. trop. S. Paulo**, v. 10, n. 5, p. 289–294, 1968.

FRANCO, O. **A história da febre amarela no Brasil**. Rio de Janeiro: Ministério da Saúde, 1969.

FREIRE FILHA, L. G.; SOUZA, A. M. DE P. E. Evolução da dengue no mundo. **Gest. & Tecnol. Facul. Delta**, v. 1, n. 28, p. 33–50, 2019.

FUNASA, FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. **Manual de Vigilância Epidemiológica de Febre Amarela**. Brasília: Ministério da Saúde, 2002.

FUNASA. FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. **Manual de Vigilância epidemiológica de Febre Amarela**. Brasília: Ministério da Saúde, 2004.

GABIANE, G.; YEN, P. S.; FAILLOUX, A. B. *Aedes* mosquitoes in the emerging threat of urban yellow fever transmission. **Rev. in Medic. Virol.**, v. 32, n. 4, p. e2333, 2022.

GADELHA, D. P.; TODA, A. T. Biologia e comportamento do *Aedes aegypti*. **Rev. Brasi. Malariol. Doenç. Tropic.**, v. 37, p. 29–36, 1985.

GARCÍA-BETANCOURT, T.; HIGUERA-MENDIETA, D. R.; GONZÁLEZ-URIBE, C.; CORTÉS, S.; QUINTERO, J. Understanding water storage practices of urban residents of an endemic dengue area in Colombia: Perceptions, rationale and socio-demographic characteristics. **PLoS One**, v. 10, n. 6, 2015.

GIRON, S.; FRANKE, F.; DECOPPET, A.; et al. Vector-borne transmission of Zika virus in Europe, southern France, August 2019. **Euro Surveill,** v. 24, n. 45, 1900655, 2019.

GLORIA-SORIA, A.; LIMA, A.; LOVIN, D. D.; et al. Origin of a high-latitude population of *aedes aegypti* in Washington, DC. **Americ. Jour. Tropic. Medic. and Hygiene**, v. 98, n. 2, p. 445–452, 2018.

GRANDADAM, M.; CARO, V.; PLUMET, S.; et al. Chikungunya virus, Southeastern France. **Emerg Infect Dis**, v. 17, n. 5, p. 910–913, 2011.

GRATZ, N. G. Critical review of the vector status of *Aedes albopictus*. **Medic. Veter. Entomol.**, v. 18, n. 3, p. 215–227, 2004.

GU, H.; LEUNG, R. K. K.; JING, Q.; et al. Meteorological factors for dengue fever control and prevention in South China. **Inter. Jour. Environ. Res. Public Health**, v. 13, n. 9, 2016.

GUBLER, D. J. Dengue, Urbanization and globalization: The unholy trinity of the 21 st century. **Trop. Medic. Health**, 2011.

GULLAN, P. J.; CRANSTON, P. S.; SANTOS, E. DA S. A. DOS. **Insetos -** Fundamentos da Entomologia. 5ª ed. São Paulo: Roca, 2017.

GUREVITZ, J. M.; ANTMAN, J. G.; LANERI, K.; MORALES, J. M. Temperature, traveling, slums, and housing drive dengue transmission in a non-endemic metropolis. **PLoS Negl Trop Dis**, v. 15, n. 6, 2021.

HARBACH, R. **Mosquito Taxonomic Inventory**, 2022. Disponível em: www.mosquito-taxonomic-inventory.info/ Acesso em: 16 dez. 2022.

HARRINGTON, L. C.; SCOTT, T. W.; LERDTHUSNEE, K.; et al. Dispersal of the dengue vector *Aedes aegypti* within and between rural communities. **Am J Trop Med Hyg.**, v. 72, n. 2, p. 209–20, 2005.

HAWLEY, W. A. The biology of *Aedes albopictus*. **J Am Mosq Control Assoc.** Sup., v. 1, p. 1–39, 1988.

HEINISCH, M. R. S.; DIAZ-QUIJANO, F. A.; CHIARAVALLOTI-NETO, F.; et al. 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.

HIGGS, S.; BEATY, B. J. Natural cycles of vector-borne pathogens. In: MARQUARDT, W. C. (Ed.). **Biol. Diseas. Vect.** 2nd ed, p. 816, 2004.

HONÓRIO, N. A.; CARRASQUILLA, M. C.; BARGIELOWSKI, I. E.; et al. Male origin determines satyrization potential of *Aedes aegypti* by invasive *Aedes albopictus.* **Biological Invasions**, v. 20, n. 3, p. 653–664, 2018a.

HONÓRIO, N. A.; CASTRO, M. G.; BARROS, F. S. M. DE; MAGALHÃES, M. DE A. F. M.; SABROZA, P. C. The spatial distribution of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in a transition zone, Rio de Janeiro, Brazil. **Cad. Saúde Pública** , v. 25, n. 6, p. 1203–1214, 2009b.

HONÓRIO, N. A.; DA COSTA SILVA, W.; LEITE, P. J.; et al. Dispersal of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in an Urban Endemic Dengue Area in the State of Rio de Janeiro, Brazil. **Mem. Inst. Oswaldo Cruz**, v. 98, n. 2, p. 191–198, 2003.

HONÓRIO, N. A.; NOGUEIRA, R. M. R.; CODEÇO, C. T.; et al. Spatial evaluation and modeling of dengue seroprevalence and vector density in Rio de Janeiro, Brazil. **PLoS Negl Trop Dis**, v. 3, n. 11, 2009a.

HONÓRIO, N. A.; WIGGINS, K.; CÂMARA, D. C. P.; EASTMOND, B.; ALTO, B. W. Chikungunya virus vector competency of Brazilian and Florida mosquito vectors. **PLoS Negl Trop Dis**, v. 12, n. 6, 2018b.

IBÁÑEZ-BERNAL, S.; MARTÍNEZ-CAMPOS, C. *Aedes albopictus* in Mexico. .**J Am Mosq Control Assoc**, v. 10, n. 2, p. 231–232, 1994.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa nacional de saneamento básico 2017:** abastecimento de água e esgotamento

sanitário. Rio de Janeiro: IBGE, Coordenação de População e Indicadores Sociais, 2020.

JULIANO, S. A. Coexistence, exclusion, or neutrality? A meta-analysis of competition between *Aedes albopictus* and resident mosquitoes. **Israel Jour. of Ecol. Evolut.**, v. 56, n. 3–4, p. 325–351, 2010.

JULIANO, S. A.; O'MEARA, G. F.; MORRILL, J. R.; CUTWA, M. M. Desiccation and thermal tolerance of eggs and the coexistence of competing mosquitoes. **Oecologia**, v. 130, n. 3, p. 458–469, 2002.

JULIANO, S. A.; LOUNIBOS, L. P. Ecology of invasive mosquitoes: effects on resident species and on human health. **Ecology Letters**, v. 8, n. 5, p. 558–574, 2005.

KAMAL, M.; KENAWY, M. A.; RADY, M. H.; KHALED, A. S.; SAMY, A. M. Mapping the global potential distributions of two arboviral vectors *Aedes aegypti* and *Ae. Albopictus* under changing climate. **PLoS One**, v. 13, n. 12, 2018.

KHORMI, H. M.; KUMAR, L. Climate change and the potential global distribution of *Aedes aegypti*: spatial modelling using geographical information system and CLIMEX. **Geospatial health**, v. 8, n. 2, p. 405, 2014.

KIKUTI, M.; CUNHA, G. M.; PAPLOSKI, I. A. D.; et al. Spatial distribution of dengue in a Brazilian Urban slum setting: Role of socioeconomic gradient in disease risk. **PLoS Negl Trop Dis**, v. 9, n. 7, 2015.

KONAN, Y. L.; COULIBALY, Z. I.; KONÉ, A. B.; et al. Species composition and population dynamics of *Aedes* mosquitoes, potential vectors of arboviruses, at the container terminal of the autonomous port of Abidjan, Côte d'Ivoire. **Parasite**, v. 20, n. 1, 2013.

KRAEMER, M. U. G.; REINER, R. C.; BRADY, O. J.; et al. Past and future spread of the arbovirus vectors *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*. **Nature Microb.**, v. 4, n. 5, p. 854–863, 2019.

KRAEMER, MORITZ U.G.; SINKA, M. E.; DUDA, K. A.; et al. The global distribution of the arbovirus vectors *Aedes aegypti* and *Ae. Albopictus*. **eLife**, v. 4, p. e08347, 2015a.

KRAEMER, MORITZ U. G.; SINKA, M. E.; DUDA, K. A.; et al. The global compendium of *Aedes aegypti* and *Ae. albopictus* occurrence. **Scientific Data**, v. 2, n. 1, p. 150035, 2015b.

KRAMER, I. M.; KRESS, A.; KLINGELHÖFER, D.; et al. Does winter cold really limit the dengue vector *Aedes aegypti* in Europe? **Parasites & Vectors**, v. 13, n. 1, 2020.

KRAMER, I. M.; PFEIFFER, M.; STEFFENS, O.; et al. The ecophysiological plasticity of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* concerning overwintering in cooler ecoregions is driven by local climate and acclimation capacity. **Sci. Total Envir.**, v. 778, 2021.

KUNO, G. Revisiting Houston and Memphis: The background histories behind the discovery of the infestation by *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in the united states and their significance in the contemporary research. **J Med Entomol.**, v. 49, n. 6, p. 1163–1176, 2012.

LAI, Z.; ZHOU, T.; LIU, S.; et al. Vertical transmission of Zika virus in *aedes albopictus.* **PLoS Negl Trop Dis**, v. 14, n. 10, p. 1–16, 2020.

LAYCOCK, T.; UREÑA PANIEGO, C.; JAVIER, J. The threat of mosquito-borne arboviral disease in Spain: A bibliographic review. **Medic. Clínic. (English Edition)**, v. 158, n. 8, p. 378–386, 2022.

LEISNHAM, P. T.; JULIANO, S. A. Spatial and temporal patterns of coexistence between competing *Aedes mosquitoes* in urban Florida. **Oecologia**, v. 160, n. 2, p. 343–352, 2009.

LEQUIME, S.; PAUL, R. E.; LAMBRECHTS, L. Determinants of Arbovirus Vertical Transmission in Mosquitoes. **PLoS Pathogens**, v.12, n. 5, p. e1005548, 2016.

LETA, S.; BEYENE, T. J.; DE CLERCQ, E. M.; et al. Global risk mapping for major diseases transmitted by *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*. **Internat. Jour. Infec. Diseas.**, v. 67, p. 25–35, 2018.

LI, C.; GUO, X.; DENG, Y.; et al. Vector competence and transovarial transmission of two *Aedes aegypti* strains to Zika virus. **Emerg. Microb. Infect.**, v. 6, n. 1, p. 1–7, 2017.

LIMA-CAMARA, T. N. Emerging arboviruses and public health challenges in Brazil. **Rev. de Saúd. Pub.**, v. 50, 2016.

LIMA-CAMARA, T. N. DE; HONÓRIO, N. A.; LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, R. Frequência e distribuição espacial de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* (Diptera, Culicidae) no Rio de Janeiro, Brasil. **Cad. Saúde Pública** , v. 22, n. 10, p. 2079–2084, 2006.

LIMA-CAMARA, T. N.; LIMA, J. B. P.; BRUNO, R. V.; PEIXOTO, A. A. Effects of insemination and blood-feeding on locomotor activity of *Aedes albopictus* and *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) females under laboratory conditions. **Parasites & Vectors**, v. 7, n. 1, p. 304, 2014.

LIMA-CAMARA, T. N.; CODEÇO, C. T. ORRES; HONÓRIO, N. A. LVES; et al. Male accessory gland substances from *Aedes albopictus* affect the locomotor activity of *Aedes aegypti* females. **Mem. Inst. Oswaldo Cruz**, v. 108, p. 18–25, 2013.

LIMA-CAMARA, T. N.; URBINATTI, P. R.; CHIARAVALLOTI-NETO, F. Finding *Aedes aegypti* in a natural breeding site in an urban zone, Sao Paulo, Southeastern Brazil. **Rev. de Saúd. Pub.**, v. 50, 2016.

LIPSITCH, M.; SILLER, S.; NOWAK, M. A. The evolution of virulence in pathogens with vertical and horizontal transmission. **Evolution**, v. 50, n. 5, p. 1729-1741, 1996.

LITTLE, E.; BIEHLER, D.; LEISNHAM, P. T.; et al. Socio-ecological mechanisms supporting high densities of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in Baltimore, MD. **J Med Entomol.**, v. 54, n. 5, p. 1183–1192, 2017.

LOPES, J.; SILVA, M. A. N. DA; BORSATO, A. M.; OLIVEIRA, V. D. R. B. DE; OLIVEIRA, F. J. DE A. *Aedes (Stegomyia) aegypti* L. e a culicideofauna associada em área urbana da região sul, Brasil. **Rev. Saúde Pública**, v. 27, n. 5, p. 326–333, 1993.

LOPES, N.; NOZAWA, C.; LINHARES, R. E. C. Características gerais e epidemiologia dos arbovírus emergentes no Brasil. **Rev.a Pan-Amaz. de Saúde**, v. 5, n. 3, 2014.

LOUNIBOS, L. P. Invasions by Insect Vectors of Human Disease. **Ann. Rev. of Entomology**, v. 47, n. 1, p. 233–266, 2002.

LOUNIBOS, L. P.; BARGIELOWSKI, I.; CARRASQUILLA, M. C.; NISHIMURA, N. Coexistence of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in Peninsular Florida Two Decades After Competitive Displacements. **J Med Entomol.**, v. 53, n. 6, p. 1385–1390, 2016.

LOUNIBOS, L. P.; JULIANO, S. A. Where vectors collide: the importance of mechanisms shaping the realized niche for modeling ranges of invasive *Aedes* mosquitoes. **Biolog. Invasions**, v. 20, n. 8, p. 1913–1929, 2018.

LOUNIBOS, L. P.; O'MEARA, G. F.; JULIANO, S. A.; et al. Differential survivorship of invasive mosquito species in south Florida cemeteries: Do site-specific microclimates explain patterns of coexistence and exclusion? **Ann Entomol Soc Am**, v. 103, n. 5, p. 757–770, 2010.

LOURENÇO DE OLIVEIRA, R.; VAZEILLE, M.; DE FILIPPIS, A. M. B.; FAILLOUX, A.-B. Large genetic differentiation and low variation in vector competence for dengue and yellow fever viruses of *Aedes albopictus* from Brazil, the United States, and the Cayman Islands. **Am J Trop Med Hyg.**, v. 69, n. 1, p. 105–14, 2003.

LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, R.; CASTRO, M. G.; BRAKS, M. A. H.; LOUNIBOS, L. P. The invasion of urban forest by dengue vectors in Rio de Janeiro. **J Vector Ecol**, v. 29, n. 1, p. 94-100, 2004.

LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, R.; HONÓRIO, N. A.; CASTRO, M. G.; et al. Dengue virus type 3 isolation from *Aedes aegypti* in the municipality of Nova Iguaçu, State of Rio de Janeiro. **Mem. Inst. Oswaldo Cruz**, v. 97, n. 6, p. 799–800, 2002.

LÖWY, I. Yellow fever in Rio de Janeiro and the Pasteur Institute Mission (1901–1905): The transfer of science to the periphery. **Medical History**, v. 34, n. 2, p. 144–163, 1990.

DI LUCA, M.; SEVERINI, F.; TOMA, L.; et al. Experimental studies of susceptibility of Italian *Aedes albopictus* to Zika virus. **Euro Surveill**, v. 21, n. 18, 2016.

LWANDE, O. W.; OBANDA, V.; LINDSTRÖM, A.; et al. Globe-Trotting *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* : Risk Factors for Arbovirus Pandemics. **Vector Borne Zoonotic Dis.**, v. 20, n. 2, p. 71–81, 2020.

LWANDE, W. O.; MOSOMTAI, G.; SYMEKHER, S. West Nile Virus, a Reemerging Virus. **Precision Medicine**, 2013.

MACIEL-DE-FREITAS, R.; NETO, R. B.; GONÇALVES, J. M.; CODEÇO, C. T.; LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, R. Movement of Dengue Vectors Between the Human Modified Environment and an Urban Forest in Rio de Janeiro. **J Med Entomol.**, v. 43, n. 6, p. 1112–1120, 2006.

MARICONTI, M.; OBADIA, T.; MOUSSON, L.; et al. Estimating the risk of arbovirus transmission in Southern Europe using vector competence data. **Scientific Reports**, v. 9, n. 1, p. 17852, 2019.

MARTINS, V. E. P.; ALENCAR, C. H. M. DE; FACÓ, P. E. G.; et al. Spatial distribution and breeding site characteristics of *Aedes albopictus* and *Aedes aegypti* in Fortaleza, State of Ceará. **Rev. Soc. Bras. Med. Trop**, v. 43, n. 1, p. 73–7, 2010.

MATTINGLY, P. F. Genetical Aspects of the *Aedes Aegypti* Problem. **Ann Trop Med Parasitol.**, v. 51, n. 4, p. 392–408, 1957.

MATYSIAK, A.; ROESS, A. Interrelationship between Climatic, Ecologic, Social, and Cultural Determinants Affecting Dengue Emergence and Transmission in Puerto Rico and Their Implications for Zika Response. **Journal of Tropical Medicine**, 22. jun. 2017.

MEDEIROS, A. S.; COSTA, D. M. P.; BRANCO, M. S. D.; et al. Dengue virus in *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in urban areas in the state of Rio Grande do Norte, Brazil: Importance of virological and entomological surveillance. **PLoS One**, v. 13, n. 3, 2018.

MEDLOCK, J. M.; HANSFORD, K. M.; SCHAFFNER, F.; et al. A Review of the Invasive Mosquitoes in Europe: Ecology, Public Health Risks, and Control Options. **Vector Borne Zoonotic Dis.**, v. 12, n. 6, p. 435–447, 2012.

MEDLOCK, J. M.; HANSFORD, K. M.; VERSTEIRT, V.; et al. An entomological review of invasive mosquitoes in Europe. **Bull Entomol Res.**, v. 105, n. 6, p. 637–663, 2015.

MEDRONHO, R. A.; MACRINI, L.; NOVELLINO, D. M.; et al. *Aedes aegypti* Immature Forms Distribution According to Type of Breeding Site. **Am J Trop Med Hyg.**, v. 80, n. 3, p. 401–404, 2009.

MELO-SANTOS, M. A. V; VARJAL-MELO, J. J. M.; ARAÚJO, A. P.; et al. Resistance to the organophosphate temephos: Mechanisms, evolution and reversion in an *Aedes aegypti* laboratory strain from Brazil. **Acta Tropica**, v. 113, n. 2, p. 180–189, 2010.

MERCIER, A.; OBADIA, T.; CARRARETTO, D.; et al. Impact of temperature on dengue and chikungunya transmission by the mosquito *Aedes albopictus*. **Scientific Reports**, v. 12, n. 1, p. 6973, 2022.

MERÊNCIO, I.; TASCA, F. A.; VIEIRA, C. A. O. Indicadores socioambientais de focos do *Aedes aegypti* no extremo sul de Santa Catarina. **Acta Brasiliensis**, v. 2, n. 2, p. 53, 2018.

MIRANDA, J. V.; NEVES, E. M.; SOUZA, S.; et al. Panorama dos casos de arboviroses urbanas transmitidas pelo *Aedes aegypti*, dengue, chikungunya e Zika, no Brasil. In: Internacional Saúde Única (Interface Mundial). **I Congresso Internacional Saúde Única**, 2020.

MOGI, M.; ARMBRUSTER, P. A.; TUNO, N.; ARANDA, C.; YONG, H. S. The Climate Range Expansion of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in Asia Inferred From the Distribution of *Albopictus* Subgroup Species of *Aedes* (*Stegomyia*). **J Med Entomol.**, v. 54, n. 6, p. 1615–1625, 2017.

MONGE, S.; GARCÍA-ORTÚZAR, V.; LÓPEZ HERNÁNDEZ, B.; et al. Characterization of the first autochthonous dengue outbreak in Spain (August–September 2018). **Acta Tropica**, v. 205, 2020.

MONTAGNER, F. R. G.; SILVA, O. S.; JAHNKE, S. M. Mosquito species occurrence in association with landscape composition in green urban areas. **Brazilian Journal of Biology**, v. 78, n. 2, p. 233–239, 2018.

MONTEIRO, S. G. **Parasitologia na Medicina Veterinária**. 2ª ed. Rio de Janeiro, 2017.

MORDECAI, E. A.; COHEN, J. M.; EVANS, M. V.; et al. Detecting the impact of temperature on transmission of Zika, dengue, and chikungunya using mechanistic models. **PLoS Negl Trop Dis**, v. 11, n. 4, 2017.

MORENS, D. M.; FAUCI, A. S. Chikungunya at the Door — Déjà Vu All Over Again? **N Engl J Med.**, v. 371, n. 10, p. 885–887, 2014.

MORRETES. SECRETARIA DE MUNICIPAL DA SAÚDE. Comunicando a Identificação de Larvas Do Mosquito *Aedes Aegypti* No Município de Morretes. **Nota Nº18/2014**. Paranaguá, 2014.

MOURA, M. C. B. DE M.; DE OLIVEIRA, J. V.; PEDREIRA, R. M.; et al. Spatio-temporal dynamics of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* oviposition in an urban area of northeastern Brazil. **Trop Med Int Health.**, v. 25, n. 12, p. 1510–1521, 2020.

MURRAY, N. E. A.; QUAM, M. B.; WILDER-SMITH, A. Epidemiology of dengue: Past, present and future prospects. **Clinical Epidemiol.**, n. 5, 299-309, 2013.

NEVES, D. P.; ESPÍNOLA, H. N. Tigre-asiático: outro *Aedes* nos ameaça. **Ciênc. Hoje**, v. 27, n. 5, p. 82–82, 1987.

NOBRE, A.; ANTEZANA, D.; TAUIL, P. L. Febre amarela e dengue no Brasil: epidemiologia e controle. **Rev Soc Bras Med Trop**, v. 27, n. suppl III, p. 59–66, 1994.

NODEN, B. H.; O'NEAL, P. A.; FADER, J. E.; JULIANO, S. A. Impact of inter- and intra-specific competition among larvae on larval, adult, and life-table traits of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* females. **Ecol Entomol.**, v. 41, n. 2, p. 192–200, 2016.

NOWAK, R. G.; RAGONHA, F. H. A evolução e potencialização do *Aedes aegypti* em relação às doenças no Brasil e no estado do Paraná. **Arquivos do Mudi**, v. 22, n. 1, p. 48–78, 2018.

NSOESIE, E. O.; KRAEMER, M. U.; GOLDING, N.; et al. Global distribution and environmental suitability for chikungunya virus, 1952 to 2015. **Euro. surveil**, v. 21, n. 20, 2016.

OGATA, K.; LOPEZ SAMAYOA, A. Discovery of *Aedes albopictus* in Guatemala. **J Am Mosq Control Assoc**, v. 12, n. 3, p. 503-506, 1996.

OLIVA, L. O.; CORREIA, J. C.; ALBUQUERQUE, C. M. R. How Mosquito Age and the Type and Color of Oviposition Sites Modify Skip-Oviposition Behavior in *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae)? **J Insect Behav**, v. 27, n. 1, p. 81-91, 2014.

O'NEAL, P. A.; JULIANO, S. A. Seasonal variation in competition and coexistence of *Aedes* mosquitoes: Stabilizing effects of egg mortality or equalizing effects of resources? **J Anim Ecol.**, v. 82, n. 1, p. 256–265, 2013.

PANIGRAHI, S. K.; BARIK, T. K.; MOHANTY, S.; TRIPATHY, N. K. Laboratory Evaluation of Oviposition Behavior of Field Collected *Aedes* Mosquitoes. **J Insects**, v. 2014, n. 4, p. 1–8, 2014.

PARANÁ. SECRETARIA DE ESTADO DA SAÚDE DO PARANÁ (SESA). **Informe técnico 16:** Situação da Dengue, Chikungunya e Zika vírus no Paraná, 2015/2016 – Semana Epidemiológica 31/2015 a 11/2016. Curitiba, 2016.

PARANÁ. SECRETARIA DE ESTADO DA SAÚDE DO PARANÁ (SESA). **Boletim Epidemiológico Dengue**: Combate à Dengue. Disponível em: https://www.dengue.pr.gov.br/Pagina/Boletins-da-Dengue. Acesso em: 11 jun. 2022.

PARANAGUÁ. PREFEITURA MUNICIPAL DE PARANAGUÁ. **Plano Municipal de Contingência da dengue**. Paranaguá, 2014.

PATY, M. C.; SIX, C.; CHARLET, F.; et al. Large number of imported chikungunya cases in Mainland France, 2014: A challenge for surveillance and response. **Euro. surveil**, n. 28, 2014.

PAUPY, C.; DELATTE, H.; BAGNY, L.; CORBEL, V.; FONTENILLE, D. *Aedes albopictus*, an arbovirus vector: From the darkness to the light. **Microbes and Infection**, v. 11, n. 14–15, p. 1177–1185, 2009.

PEÑA, C. J. First report of *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Skuse) from the Dominican Republic. **Vector Ecology Newsletter**, v. 24, p. 68-68, 1993.

PEREIRA-DOS-SANTOS, T.; ROIZ, D.; SANTOS DE ABREU, F. V.; et al. Potential of *Aedes albopictus* as a bridge vector for enzootic pathogens at the urban-forest interface in Brazil. **Emerg Microbes Infect.** , v. 7, n. 1, 2018.

PETRIĆ, D.; BELLINI, R.; SCHOLTE, E.-J.; RAKOTOARIVONY, L.; SCHAFFNER, F. Monitoring population and environmental parameters of invasive mosquito species in Europe. **Parasites & Vectors**, v. 7, n. 1, p. 187, 2014.

PONLAWAT, A.; HARRINGTON, L. C. Blood Feeding Patterns of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in Thailand. **J Med Entomol.**, v. 42, n. 5, p. 844–849, 2005.

POWELL, J. R.; TABACHNICK, W. J. History of domestication and spread of *Aedes aegypti*: a review. **Mem. Inst. Oswaldo Cruz**, 2013.

PROPHIRO, J. S.; SILVA, O. S.; LUNA, J. E. D.; et al. *Aedes aegypti* e *aedes albopictus* (díptera: Culicidae): Coexistência e suscetibilidade ao temephos, em municípios com ocorrência de casos de dengue e diferentes características de urbanização. **Rev. Soc. Bras. Med. Trop**, v. 44, n. 3, p. 300–305, 2011.

REIDPATH, D. D.; ALLOTEY, P.; POKHREL, S. Social sciences research in neglected tropical diseases 2: A bibliographic analysis. **Health Research Policy and Systems**, v. 9, 2011.

REITER, P. *Aedes albopictus* and the world trade in used tires, 1988-1995: the shape of things to come? **J Am Mosq Control Assoc**, v. 14, n. 1, p. 83–94, 1998.

REITER, P.; DARSIE, R. F. *Aedes albopictus* in Memphis, Tennessee, (USA)- An achievement of modern transportation? **Mosquito News**, v. 44, n. 3, p. 396–399, 1984.

REY, J. R.; LOUNIBOS, P. Ecología de *Aedes aegypti* y *Aedes albopictus* en América y transmisión enfermedades. **Biomedica**, v. 35, n. 2, p. 177–185, 2015.

REY, J. R.; O'CONNELL, S. M. Oviposition by *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*: Influence of congeners and of oviposition site characteristics. **J Vector Ecol**, v. 39, n. 1, p. 190–196, 2014.

REZENDE, G. L.; MARTINS, A. J.; GENTILE, C.; et al. Embryonic desiccation resistance in *Aedes aegypti*: Presumptive role of the chitinized Serosal Cuticle. **BMC Developmental Biology**, v. 8, 2008.

REZENDE, H. R.; ROMANO, C. M.; CLARO, I. M.; et al. First report of *Aedes albopictus* infected by Dengue and Zika virus in a rural outbreak in Brazil. **PLoS One**, v. 15, n. 3, 2020.

REZZA, G.; NICOLETTI, L.; ANGELINI, R.; et al. Infection with chikungunya virus in Italy: an outbreak in a temperate region. **The Lancet**, v. 370, n. 9602, p. 1840–1846, 2007.

RIBEIRO, A. C. M.; SANTOS, A. G. O. DOS; SARAIVA, B. L.; et al. Condições Socioambientais relacionadas à Permanência da Dengue no Brasil-2020. **Revista Saúde e Meio Ambiente – RESMA,** v. 11, n. 2, p. 326–340, 2020.

RIBEIRO, A. F.; MARQUES, G. R. A. M.; VOLTOLINI, J. C.; CONDINO, M. L. F. Associação entre incidência de dengue e variáveis climáticas. **Rev. Saúde Pública**, v. 40, n. 4, p. 671–676, 2006.

ROCHA, R. C.; CARDOSO, A. S.; SOUZA, J. L.; PEREIRA, E. S.; AMORIM, M. F.; SOUZA, M. S. M.; MEDEIROS, C.; L., MONTEIRO, M. F. M., MENEGUETTI, D. U. O.; PAULA, M. B.; BRILHANTE, A. F.; LIMA-CAMARA, T. N. First Record of Aedes (Stegomyia) albopictus (Diptera: Culicidae) in the state of Acre, Brazil. **BioRxiv**, p.1–5, 2022.

RODRIGUES, M. D. M.; MARQUES, G. R. A. M.; SERPA, L. L. N.; et al. Density of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* and its association with number of residents and meteorological variables in the home environment of dengue endemic area, São Paulo, Brazil. **Parasites & Vectors**, v. 8, n. 1, 2015.

RODRIGUES, N. C. P.; DAUMAS, R. P.; DE ALMEIDA, A. S.; et al. Risk factors for arbovirus infections in a low-income community of Rio de Janeiro, Brazil, 2015-2016. **PLoS One**, v.13, n.6, p. e0198357, 2018.

RONCAGLIO, C.; NEUERT, M.; MARTINS, M. DA A. B. Apontamentos para uma história da saúde: as fontes documentais do Paraná. **História, Ciências, Saúde-Manguinhos**, v. 8, n. 1, p. 223–235, 2001.

ROSEN, L. Further Observations on the Mechanism of Vertical Transmission of Flaviviruses by *Aedes* Mosquitoes. **Am J Trop Med Hyg.**, v. 39, n. 1, p. 123–126, 1988.

ROSSI, G. C.; PASCUAL, N. T.; KRSTICEVIC, F. J. First record of *Aedes albopictus* (Skuse) from Argentina. **J Am Mosq Control Assoc**, v. 15, n. 3, p. 422, 1999.

LA RUCHE, G.; SOUARÈS, Y.; ARMENGAUD, A.; et al. First two autochthonous dengue virus infections in metropolitan France, September 2010. **Euro surveil**, v. 15, n. 39, p. 1–5, 2010.

SÁNCHEZ-VARGAS, I.; HARRINGTON, L. C.; DOTY, J. B.; BLACK, W. C.; OLSON, K. E. Demonstration of efficient vertical and venereal transmission of dengue virus type-2 in a genetically diverse laboratory strain of *Aedes aegypti*. **PLoS Negl Trop Dis**, v. 12, n. 8, p. e0006754, 2018.

SANT'ANA, A. L. Primeiro encontro de *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Skuse) no Estado do Paraná, Brasil. **Rev. Saúde Pública**, v. 30, n. 4, p. 392–393, 1996.

SANTOS, R. L. C. DOS. Atualização da distribuição de *Aedes albopictus* no Brasil (1997-2002). **Rev. Saúde Pública**, v. 37, n. 5, p. 671–673, 2003.

SANTOS, S. O. DOS; NASCIMENTO, J. C. DO. First register of *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Skuse) presence in Mato Grosso do Sul, Brazil. **Rev. Saúde Pública**, v. 32, n. 5, p. 486, 1998.

SARAIVA, J. F.; MAITRA, A.; GALARDO, A. K. R.; SCARPASSA, V. M. First record of *aedes (Stegomyia) albopictus* in the state of Amapá, northern Brazil. **Acta Amazônica**, v. 49, n. 1, p. 71–74, 2019.

SCHAFFNER, F.; MATHIS, A. Dengue and dengue vectors in the WHO European region: Past, present, and scenarios for the future. **The Lancet Infectious Diseases**, v. 14, n. 12, p. 1271-80, 2014.

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

SCHMIDT, C. A.; COMEAU, G.; MONAGHAN, A. J.; WILLIAMSON, D. J.; ERNST, K. C. Effects of desiccation stress on adult female longevity in *Aedes aegypti* and *Ae. albopictus* (Diptera: Culicidae): results of a systematic review and pooled survival analysis. **Parasites & Vectors**, v. 11, n. 1, p. 267, 2018.

SCHOLTE, E. J.; DEN HARTOG, W.; DIK, M.; et al. Introduction and control of three invasive mosquito species in the Netherlands, July OctOber 2010. **Euro surveil**, v. 15, n. 45, p. 1–4, 2010.

SERPA, L. L. N.; BARBOSA, G. L.; ARDUINO, M. DE B.; et al. Spatial segregation of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*, São Paulo state, Brazil. **Boletim Epidemiológico Paulista**, v. 18, n. 215, p. 39–56, 2021.

SERPA, L. L. N.; MONTEIRO MARQUES, G. R. A.; DE LIMA, A. P.; et al. Study of the distribution and abundance of the eggs of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* according to the habitat and meteorological variables, municipality of São Sebastião, São Paulo State, Brazil. **Parasites & Vectors**, v. 6, n. 1, 2013.

SHRAGAI, T.; HARRINGTON, L.; ALFONSO-PARRA, C.; AVILA, F. Oviposition site attraction of *Aedes albopictus* to sites with conspecific and heterospecific larvae during an ongoing invasion in Medellín, Colombia. **Parasites & Vectors**, v. 12, n. 1, p. 455, 2019.

SILVA, A. M. DA; NUNES, V.; LOPES, J. Culicídeos associados a entrenós de bambu e bromélias, com ênfase em *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Diptera, Culicidae) na Mata Atlântica, Paraná, Brasil. **Iheringia, Sér. Zool.**, v. 94, n. 1, p. 63-66, 2004.

SIMON, L. M.; RANGEL, T. F. Are Temperature Suitability and Socioeconomic Factors Reliable Predictors of Dengue Transmission in Brazil? **Frontiers in Tropical Diseases**, v. 2, 2021.

SMARTT, C. T.; STENN, T. M. S.; CHEN, T.-Y.; et al. Evidence of Zika Virus RNA Fragments in *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) Field-Collected Eggs From Camaçari, Bahia, Brazil. **J Med Entomol.**, v. 54, n. 4, p.1085-1087, 2017.

SOUZA, A. DE; ABREU, M. C.; OLIVEIRA-JÚNIOR, J. F. Impact of Climate Change on Human Infectious Diseases: Dengue. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 64, 2021.

SOUZA, S. J. P. DE; CAMARGO GUARALDO, A. DE; HONÓRIO, N. A.; et al. Spatial and Temporal Distribution of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* Oviposition on the Coast of Paraná, Brazil, a Recent Area of Dengue Virus Transmission. **Trop Med Infect Dis**, v. 7, n. 9, p. 246, 2022.

SPRENGER, D.; WUITHIRANYAGOOL, T. The discovery and distribution of *Aedes albopictus* in Harris County, Texas. **J Am Mosq Control Assoc**, v. 2, n. 2, p. 217–9, 1986.

SWAN, T.; RUSSELL, T. L.; STAUNTON, K. M.; et al. A literature review of dispersal pathways of *Aedes albopictus* across different spatial scales: implications for vector surveillance. **Parasites & Vectors**, v. 15, n. 1, 2022.

TARANTO, M. F. DA R.; PESSANHA, J. E. M.; DOS SANTOS, M.; et al. Dengue outbreaks in Divinopolis, south-eastern Brazil and the geographic and climatic distribution of *Aedes albopictus* and *Aedes aegypti* in 2011-2012. **Trop Med Int Health.**, v. 20, n. 1, p. 77–88, 2015.

TAUIL, P. L. Aspectos críticos do controle do dengue no Brasil. **Cad. Saúde Púb.**, v. 18, n. 3, p. 867–871, 2002.

TEIXEIRA, L. A. Da transmissão hídrica a culicidiana: a febre amarela na sociedade de medicina e cirurgia de São Paulo. **Rev. Bras. de História**, v. 21, n. 41, p. 217–242, 2001.

TEIXEIRA, M. DA G.; BARRETO, M. L.; COSTA, M. DA C. N.; et al. Dynamics of dengue virus circulation: A silent epidemic in a complex urban area. **Trop Med Int Health.**, v. 7, n. 9, p. 757–762, 2002.

TEIXEIRA, M. G.; ANDRADE, A. M. S.; DA COSTA, M. C. N.; et al. East/central/South African genotype chikungunya virus, Brazil, 2014. **Emerg Infect Dis**, 2015.

THANGAMANI, S.; HUANG, J.; HART, C. E.; GUZMAN, H.; TESH, R. B. Vertical transmission of Zika virus in *aedes aegypti* mosquitoes. **American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 95, n. 5, p. 1169–1173, 2016.

UNLU, I.; FARAJI, A.; INDELICATO, N.; MCNELLY, J. R. Do tigers hunt during the day? Diel activity of the Asian tiger mosquito, *aedes albopictus* (Diptera: Culicidae), in urban and suburban habitats of north America. **PLoS Negl Trop Dis**, v. 15, n. 8, 2021.

URDANETA-MARQUEZ, L.; BOSIO, C.; HERRERA, F.; et al. Genetic relationships among *Aedes aegypti* collections in Venezuela as determined by mitochondrial DNA variation and nuclear single nucleotide polymorphisms. **Am J Trop Med Hyg.**, v. 78, n. 3, p. 479–91, 2008.

VALERIO, L.; MARINI, F.; BONGIORNO, G.; et al. Host-feeding patterns of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in urban and rural contexts within Rome province, Italy. **Vector Borne Zoonotic Dis.**, v. 10, n. 3, p. 291–294, 2010.

VALLE, D.; AGUIAR, R.; PIMENTA, D. N.; FERREIRA, V. **Aedes de A a Z**. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2021.

VALLE, D.; PIMENTA, D. N.; CUNHA, R. V. DA. **Dengue:** teorias e práticas. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2015.

VARGAS, H. C. M.; FARNESI, L. C.; MARTINS, A. J.; VALLE, D.; REZENDE, G. L. Serosal cuticle formation and distinct degrees of desiccation resistance in embryos of the mosquito vectors *Aedes aegypti, Anopheles aquasalis* and *Culex quinquefasciatus*. **Journal of Insect Physiology**, v. 62, n. 1, p. 54–60, 2014.

VEGA-RUA, A.; MARCONCINI, M.; MADEC, Y.; et al. Vector competence of *Aedes albopictus* populations for chikungunya virus is shaped by their demographic history. **Communications Biology**, v. 3, n. 1, 2020.

VEGA-RUA, A.; ZOUACHE, K.; CARO, V.; et al. High Efficiency of Temperate *Aedes albopictus* to Transmit Chikungunya and Dengue Viruses in the Southeast of France. **PLoS ONE**, v. 8, n. 3, 2013.

VEGA-RUA, A.; ZOUACHE, K.; GIROD, R.; FAILLOUX, A.-B.; LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, R. High Level of Vector Competence of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* from Ten American Countries as a Crucial Factor in the Spread of Chikungunya Virus. **Journal of Virology**, v. 88, n. 11, p. 6294–6306, 2014.

WHO. World Health Organization. **Dengue Bulletin**. South_East Asia, 2021.

WHO. World Health Organization. **Comprehensive guidelines for prevention and control of dengue and dengue hemorrhagic fever.** World Health Organization Regional Office for South-East Asia, 2011.

WILSON-BAHUN, T. A.; KAMGANG, B.; LENGA, A.; WONDJI, C. S. Larval ecology and infestation indices of two major arbovirus vectors, *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae), in Brazzaville, the capital city of the Republic of the Congo. **Parasites & Vectors**, v. 13, n. 1, p. 492, 2020.

ZARA, A. L. DE S. A.; SANTOS, S. M. DOS; FERNANDES-OLIVEIRA, E. S.; CARVALHO, R. G.; COELHO, G. E. Estratégias de controle do *Aedes aegypti*: uma revisão. **Epidemiol. Serv. Saúde**, v. 25, n. 2, p. 1–2, 2016.

ZEQUI, J. A. C.; OLIVEIRA, A. A. DE; SANTOS, F. P. DOS; LOPES, J. Monitoring and control of *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) and *Aedes albopictus* (Skuse, 1984) with use of ovitraps. **Semina- Ciências Biológicas e da Saúde**, v. 39, n. 2, p. 93–102, 2018.

CAPÍTULO 2 – ESTUDO EPIDEMIOLÓGICO TRANSVERSAL SOBRE A ENTRADA E EXPANSÃO DO *Aedes aegypti* NO LITORAL DO PARANÁ

RESUMO

O Litoral do Paraná retratou importante epidemia de dengue e casos autóctones de Chikungunya a Zika, posteriormente a notificação da presença da espécie *Aedes aegypti* em Paranaguá. O mosquito *Ae. aegypti* é o principal vetor da dengue, Chikungunya, febre amarela urbana e Zika no Brasil. Foram avaliadas variáveis de clima, população humana e cobertura vegetal no período de 2002 a 2020 para a entrada, e estabelecimento da espécie *Ae. aegypti* nos municípios de Antonina, Guaraqueçaba, Guaratuba, Matinhos, Morretes, Paranaguá e Pontal do Paraná, Estado do Paraná, Brasil. Dados de temperatura média e precipitação foram obtidos da estação meteorológica do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e Sistema de Tecnologia e Monitoramento Ambiental do Paraná (SIMEPAR). Para avaliação das áreas de vegetação e antrópicas utilizou-se o MapBiomas, e para a população, dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Os registros da presença do *Ae. aegypti* foram obtidos por meio dos informes epidemiológicos e entomológicos da Secretaria de Estado da Saúde (SESA/PR). Para análise aplicou-se o Modelo linear generalizado misto (GLMM) num período de 18 anos (2002-2020), para os municípios de Antonina, Guaratuba, Morretes, Paranaguá e Pontal do Paraná. Os achados sugerem que as variáveis com influência significativa para a entrada do *Ae. aegypti* no litoral paranaense foram a população humana ($z=3,475$; $p<0,0005$) e a precipitação ($z=-0,319$; $p<0,0009$). Considerando que o litoral se tornou uma região endêmica para a dengue e que a espécie de *Ae. aegypti* está estabelecida nesta área, é recomendado estudos ecológicos sobre a expansão deste vetor nos municípios do litoral paranaense, uma região que até 2013, só havia relatado a presença de *Ae. albopictus.*

Palavras-chave: *Aedes aegypti*; Arboviroses; Distribuição Espacial; Clima; Paraná

ABSTRACT

The Coast of Paraná portrayed an important dengue epidemic and autochthonous cases from Chikungunya to Zika, after the notification of the presence of the *Aedes aegypti* species in Paranaguá. The mosquito *Ae. aegypti* is the main vector of dengue, Chikungunya, urban yellow fever and Zika in Brazil. Variables of climate, human population and vegetation cover were evaluated from 2002 to 2020 for the entry and establishment of the species *Ae. aegypti* in the municipalities of Antonina, Guaraqueçaba, Guaratuba, Matinhos, Morretes, Paranaguá and Pontal do Paraná, State of Paraná, Brazil. Average temperature and precipitation data were obtained from the meteorological station of the National Institute of Meteorology (INMET) and the System of Technology and Environmental Monitoring of Paraná (SIMEPAR). MapBiomas was used to evaluate the vegetation and anthropic areas, and for the population, data from the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE). Records of the presence of *Ae. aegypti* were obtained through epidemiological and entomological reports from the State Department of Health (SESA/PR). For analysis, the Mixed Generalized Linear Model (GLMM) was applied over a period of 18 years (2002-2020), for the municipalities of Antonina, Guaratuba, Morretes, Paranaguá and Pontal do Paraná. The findings suggest that the variables with a significant influence on the entry of Ae. aegypti on the coast of Paraná were human population ($z=3.475$; $p<0.0005$) and precipitation ($z=-0.319$; $p<0.0009$). Considering that the coast has become an endemic region for dengue and that the species of *Ae. aegypti* is established in this area, ecological studies on the expansion of this vector in the municipalities of the coast of Paraná are recommended, a region that until 2013 had only reported the presence of *Ae. albopictus.*

Keywords: *Aedes aegypti*; Arboviruses; Spatial distribution; Climate; Paraná

1. INTRODUÇÃO

As características climáticas tropicais e subtropicais no Brasil proporcionam habitats adequados para ocorrências de *Aedes* (*Stegomyia*) *aegypti* permitindo a sua reprodução, proliferação e estabelecimento (KAMAL et al., 2018; LETA et al., 2018).

Em 1685, foi registrado em Recife a primeira epidemia de febre amarela urbana descrita no Brasil, porém, somente no século XX, Oswaldo Cruz atribuiu a transmissão do vírus ao mosquito *Ae. aegypti* (TEIXEIRA, 2001; COSTA et al., 2011). Em 1958, o Brasil foi declarado livre do mosquito *Ae. aegypti* (FRAIHA,1968; BRAGA; VALLE, 2007; VALLE et al., 2021), contudo em 1967, confirmou-se a reintrodução desta espécie no país por Belém (FRANCO,1969). Em 1973 o Brasil declarou, novamente, ter eliminado o último foco deste vetor, fruto da intensificação de medidas de prevenção e controle (NOBRE et al., 1994; FUNASA, 2004; VALLE et al., 2015).Contudo, *Ae. aegypti* retornou ao Brasil em 1976, pelo porto de Salvador (CAVALCANTE; TAUIL, 2016) e desde sua reintrodução está presente em todas as Unidades da Federação (ZARA et al., 2016), com diferentes graus de índices de infestação conforme Levantamento Rápido de Índices para *Aedes aegypti* (LIRAa) (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2017).

No Estado do Paraná, essa espécie foi notificada em 1985 no município de Londrina (LOPES et al., 1993), chegando à capital, Curitiba, em 1994. No litoral do Paraná, o mosquito *Ae. aegypti* foi notificado após 28 anos, em 2013 e, subsequente a este relato, ocorreu a primeira e uma das principais epidemias de dengue no Estado (PARANAGUÁ, 2014; PARANÁ, 2022). O primeiro e único estudo realizado após a ocorrência da primeira grande epidemia de dengue e relatos de casos autóctones de Chikungunya e Zika, no litoral do estado do Paraná, apontou que das variáveis climáticas, a temperatura média, apresentaram influência positiva no padrão de oviposição das espécies *Aedes* nesta região (SOUZA et al., 2022).

Além das condições ambientais, outros fatores podem favorecer ou não a abundância do *Ae. aegypti* em determinadas localidades, dentre elas são citados o crescimento econômico, urbanização generalizada (BRAGA et al., 2010; GUBLER, 2011; REIDPATH et al., 2011; MURRAY et al., 2013; RODRIGUES et al., 2018), fatores sociodemográficos como idade, ocupação e escolaridade (BRAGA et al., 2010). A questão cultural foi associada à presença e manutenção dos criadouros no estudo realizado em Bogotá, Colômbia por García-Betancourt et al. (2015). Becker et

al. (2014) apontaram o acúmulo de lixo como maior disponibilidade de recipientes artificiais, ou seja, potenciais criadouros que culminaram em elevada densidade de imaturos de mosquitos, e consequentemente, mais mosquitos adultos em Baltimore, Maryland, EUA.

Dada a recente entrada de *Ae. aegypti* no litoral, nesse estudo foi proposto avaliar a cobertura de vegetação, área urbanizada, densidade populacional humana, temperatura e precipitação média anual como fatores para a entrada, estabelecimento e expansão de *Ae. aegypti* no litoral do Paraná, uma região que até 2013, só havia relatado a presença de *Ae. albopictus* (COSTA-RIBEIRO; SANTOS-NETO, 2001).

2. METODOLOGIA

2.1 ÁREA DE ESTUDO

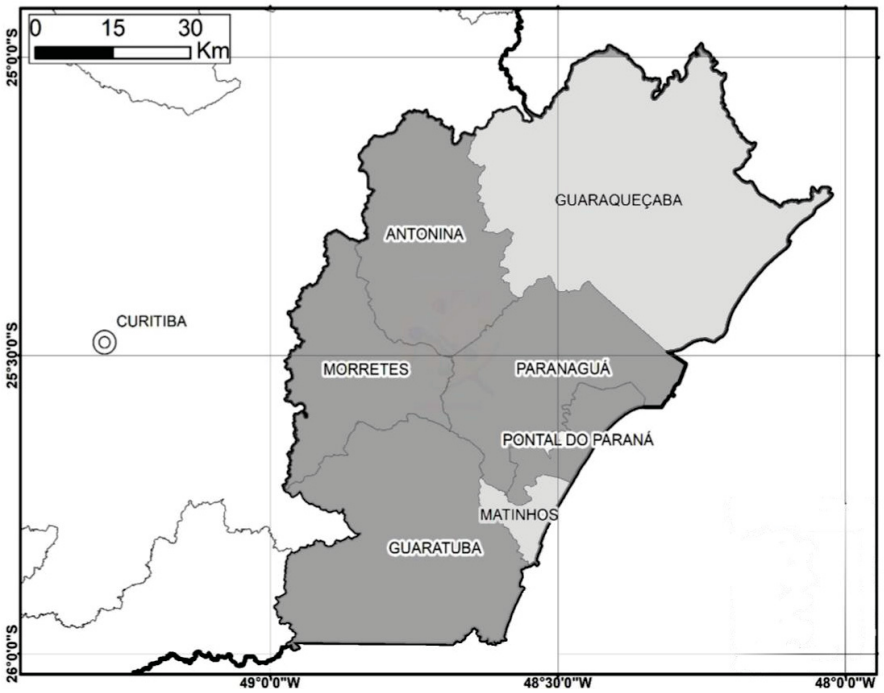
Localizado na região Sul do Brasil, o Litoral do Estado do Paraná, de acordo com a divisão administrativa é composto por sete municípios Antonina, Guaraqueçaba, Guaratuba, Matinhos, Morretes, Paranaguá e Pontal do Paraná (Figura 1), somando 6.055.337 Km^2. Segundo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) há estimativa de 302.544 mil habitantes em 2021 (IBGE, 2021), e densidade demográfica aproximada de 0,05 habitantes/km^2. O litoral localiza-se geograficamente entre os paralelos 24º30'S e 26º00'S latitude e 48º00'W e 49º00'W longitude (FIORI et al. 2021), sendo considerado o litoral mais úmido da região Sul; possui uma clima subtropical úmido-mesotérmico com tendência em concentrar as chuvas no verão, e sem estação seca definida (VANHONI; MENDONÇA, 2008; FRITZSONS et al., 2011).

O aspecto do relevo da região costeira paranaense é um dos fatores mais importantes na caracterização do clima da região, devido às diferenças de altitudes e da disposição de seu formato, uma vez que contribui para grande diversidade de climas e de paisagens (VANHONI; MENDONÇA, 2008; WREGE et al., 2012).

A Serra do Mar atua como obstáculo para o avanço de massas de ar, intervindo na manutenção da temperatura e na disposição da umidade na área de planícies litorâneas, apresentando temperatura média de 22ºC nas latitudes mais setentrionais, e de 20,8ºC nas mais meridionais (VANHONI; MENDONÇA, 2008; FIORI et al., 2021).

O clima é característico de Cfa (Clima Subtropical Úmido - Mesotérmico), com transição para Cfb (Subtropical Úmido - Mesotérmico com verão fresco), conforme classificação de KÖPPEN (KÖPPEN; GEIGER, 1936; ALVARES et al., 2013).

FIGURA 1 – Mapa dos municípios do litoral do estado paraná, brasil, 2020.



FONTE: Adaptado de Souza et al. (2022).
LEGENDA: Municípios que compõem o litoral do Paraná= Antonina, Guaraqueçaba, Guaratuba, Matinhos, Morretes, Paranaguá e Pontal do Paraná; Em cinza escuro os Municípios analisados, em cinza claro os que não entraram para as análises, devido à incompletude de dados climáticos e de Índices de Infestação Predial (IIP).

2.2 REGISTRO DE PRESENÇA DE *Aedes aegypti*

Os dados referentes à notificação de *Ae. aegypti* nos municípios de Antonina, Guaratuba, Morretes, Paranaguá e Pontal do Paraná do litoral paranaense foram coletados por meio dos Índices de Infestação Predial (IIP), presentes nos informes epidemiológicos e entomológicos da Secretaria de Estado da Saúde (SESA/PR) (PARANÁ, 2022).

2.3 VARIÁVEIS CLIMÁTICAS

Para a avaliação climática da região do litoral, no Estado do Paraná, foram utilizados dados das Estações Meteorológicas Antonina, Estação Meteorológica

APPA Antonina (Administração dos Portos de Paranaguá e Antonina), pertencentes ao Sistema de Tecnologia e Monitoramento Ambiental do Paraná (SIMEPAR) (SIMEPAR, 2022) e Estações Meteorológicas Ilha do Mel, Itapoá, Paranaguá e Morretes do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) (INMET, 2022). Foram coletadas informações mensais de temperatura mínima, média e máxima e precipitação acumulada no período de 2002 a 2020, num estudo retrospectivo de 18 anos dos municípios de Antonina, Guaratuba, Morretes, Paranaguá e Pontal do Paraná. Destes 18 anos (2002-2012), 11 anos anteriores a entrada de *Ae. aegypti*, e de (2013-2020) equivalente a 7 anos pós entrada de *Ae. aegypti* nesta região.

2.4 VARIÁVEIS AMBIENTAIS

As variáveis como área territorial da cobertura de vegetação natural e área antropizada, foram obtidas do Projeto MapBiomas, Coleção 6 da Série Anual de Mapas de Uso e Cobertura da Terra do Brasil (SOUZA et al., 2020) entre os anos de 2002 a 2020 para os municípios de Antonina, Guaratuba, Morretes, Paranaguá e Pontal do Paraná.

2.5 DADOS POPULACIONAIS

Os dados referentes à população dos municípios de Antonina, Guaratuba, Morretes, Paranaguá e Pontal do Paraná do litoral paranaense foram coletados a partir de estimativas da população divulgadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2021).

2.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

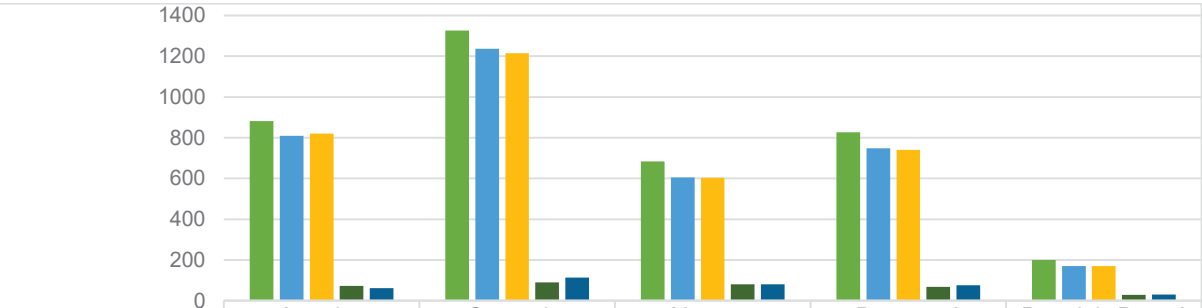
Para avaliar se houve influência dos preditores como população, antropização, temperatura média anual e precipitação média anual na ocorrência de *Ae. aegypti* foi utilizado um Modelo linear generalizado misto (GLMM) (BRESLOW; CLAYTON, 1993), usando o pacote lme4 (BATES et al., 2014), com distribuição de erro binomial,

usando município, e ano como fatores aleatórios. Foram considerados para aplicação do Modelo Linear Generalizado Misto os municípios de Antonina, Guaratuba, Morretes, Paranaguá e Pontal do Paraná, os demais municípios e as demais variáveis, como temperatura máxima e mínima, umidade relativa máxima, mínima e média não entraram na análise dada a incompletude de dados para todos os anos.

3. RESULTADOS

O litoral do Paraná é envolto pela mata atlântica e embora tenham sido estabelecidos centros urbanos nesta localidade, a cobertura vegetal natural (CVN) é maior que a área antropizada (AT) (FIGURA 2, 3).

FIGURA 2 – cobertura natural e antrópica dos municípios do litoral do Paraná, Brasil, 2002-2020.



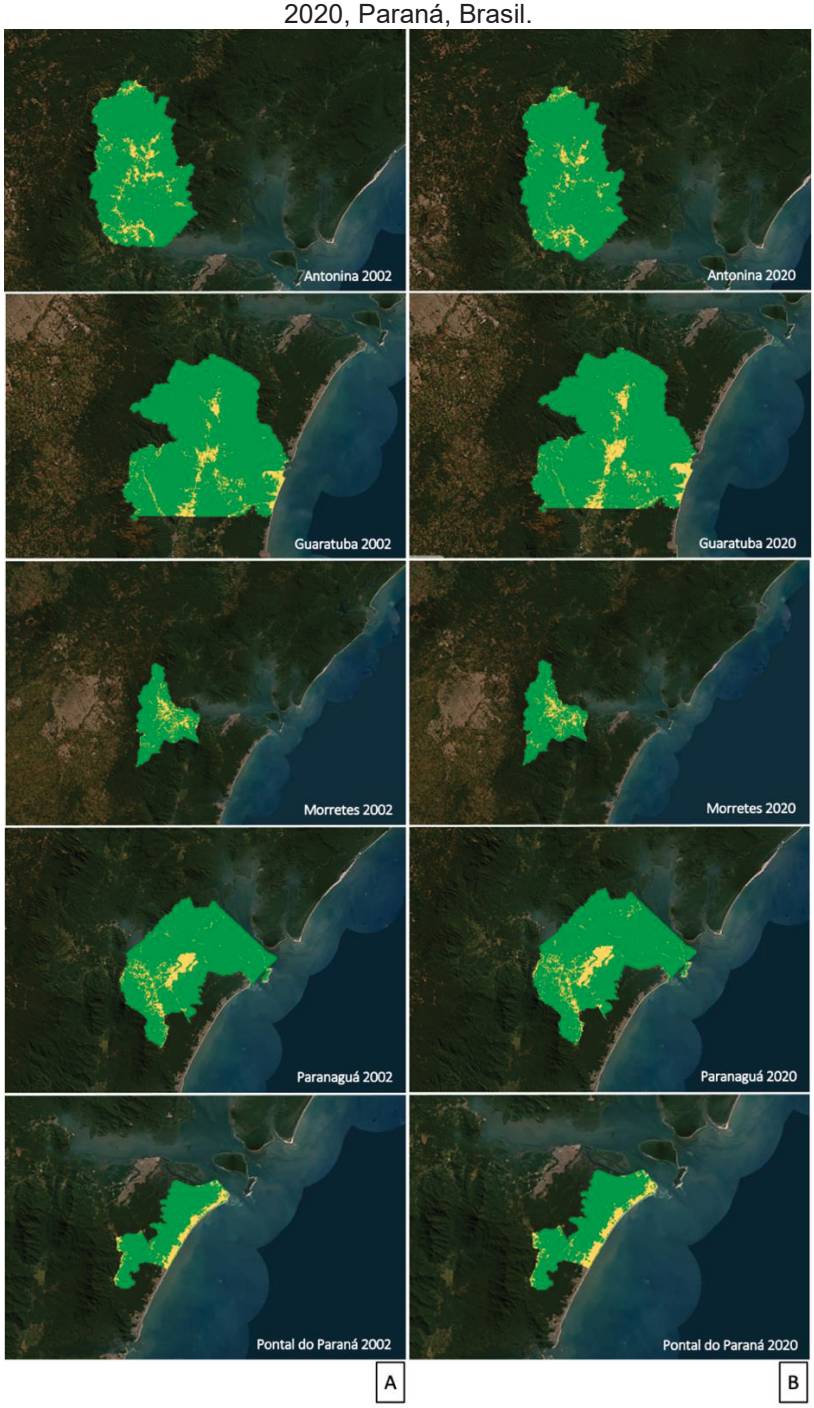
	Antonina	Guaratuba	Morretes	Paranaguá	Pontal do Paraná
Área Município	882,317	1326,67	684,58	826,431	200,41
CVN (KM) 2002	810,191	1236,584	604,658	747,718	171,038
CVN (KM) 2020	821,073	1214,153	603,431	740,885	169,866
AT (KM) 2002	72,574	90,758	80,153	68,839	28,969
AT (KM) 2020	61,692	113,189	81,381	75,664	30,140

FONTE: Adaptado Projeto MapBiomas. Coleção 6 da Série Anual de Mapas de Uso e Cobertura da Terra do Brasil (SOUZA et al., 2020).
LEGENDA: Cobertura Vegetal Natural (CVN) em azul claro e em amarelo; Área Antropizada (AT) em verde e azul escuro, dos anos 2002 e 2020 dos municípios do litoral do Paraná.

Observou-se variação na extensão da área de cobertura vegetal natural e da área antropizada, no período de 2002 a 2020, nas cidades de Antonina, Guaratuba, Morretes, Paranaguá e Pontal do Paraná (Figura 2). Dos cinco municípios, apenas Antonina aumentou sua cobertura vegetal natural (CVN) que era de 91,83% e passou para 93,05%, desta forma reduzindo a sua área antropizada. Os outros quatro municípios, Guaratuba, Morretes, Paranaguá e Pontal do Paraná aumentaram a área

antropizada (AT). Destes, o município que sofreu maior ação antrópica foi Guaratuba, o equivalente a 1,69%.

FIGURA 3 – cobertura vegetal natural e antropizada dos municípios do litoral entre os anos de 2002 e 2020, Paraná, Brasil.

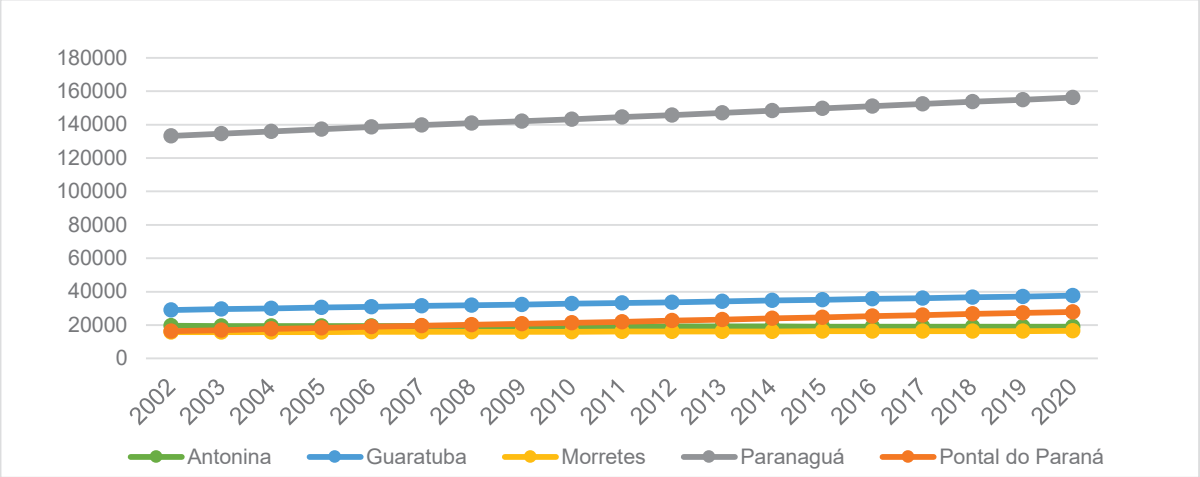


FONTE: Adaptado Projeto MapBiomas – Coleção 6 da Série Anual de Mapas de Uso e Cobertura da Terra do Brasil (SOUZA et al., 2020).
LEGENDA: A) Cobertura natural e antropizada dos municípios do litoral do Paraná, Brasil, 2002. B) Cobertura natural e antropizada dos municípios do litoral do Paraná, Brasil, 2020. Área em verde é referente a cobertura natural (Mata Atlântica); área em amarelo referente a ação antrópica.

Os municípios do litoral do Paraná apresentaram aumento na população de 20,82%. O município do Pontal do Paraná apresentou maior crescimento 71,80%,

seguido de Matinhos 35,51%, Guaratuba 29,27% e Paranaguá 17,16%. Morretes foi o município com menor taxa, igual a 4,68%. Situação inversa ocorreu em Antonina (-2,91%), esta cidade reduziu a sua população residente durante o período analisado (Figura 4).

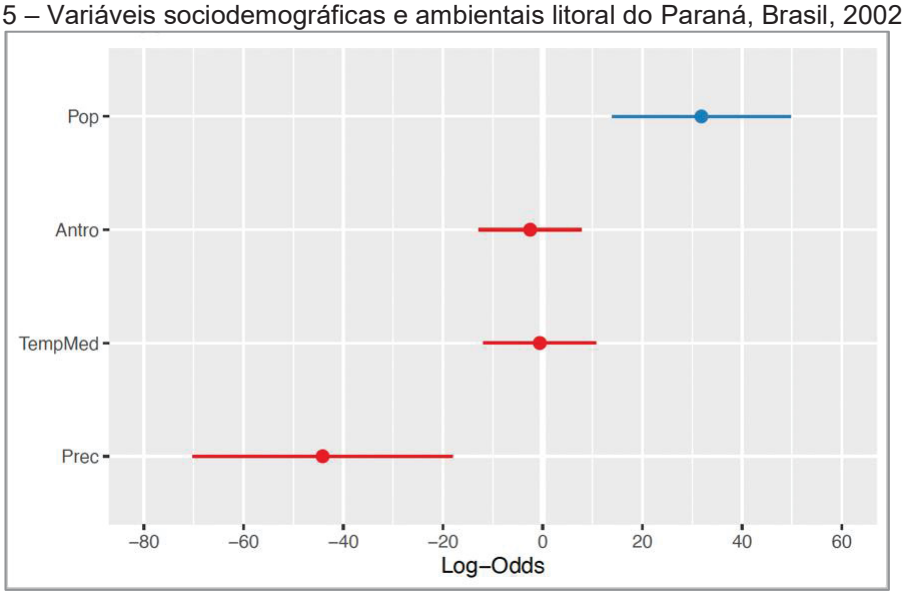
FIGURA 4 – População por município do litoral do Paraná de 2002 a 2020.



LEGENDA: Crescimento populacional dos municípios do litoral do Paraná.
FONTE: IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2021).

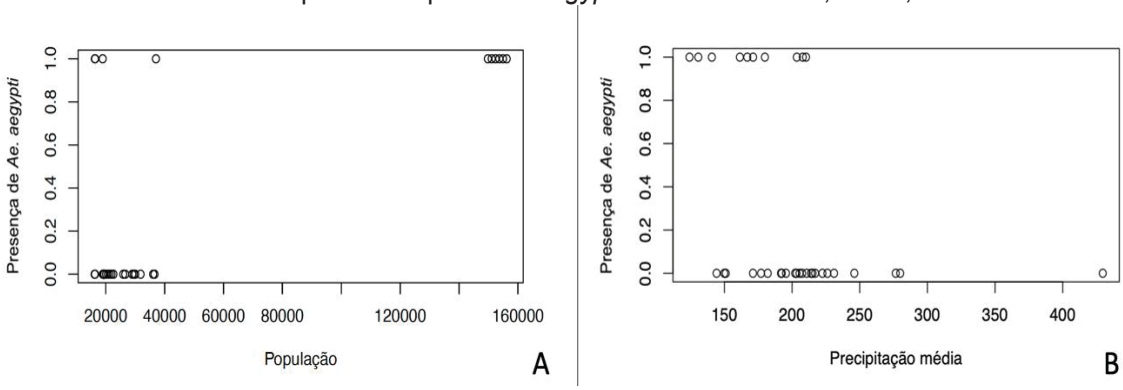
As variáveis com influência significativa para a entrada do *Ae. aegypti* no litoral paranaense foram população (z=3,475; p<0,0005) e a precipitação (z=-0,319; p<0,0009). A relação com a população foi positiva, ou seja, o estabelecimento do *Ae. aegypti* foi beneficiado pelo crescimento na população, enquanto com a precipitação foi negativa. Neste caso o aumento da precipitação não favoreceu a espécie *Ae. aegypti* (Figura 5, 6).

FIGURA 5 – Variáveis sociodemográficas e ambientais litoral do Paraná, Brasil, 2002 a 2020.



FONTE: O Autor (2022).
LEGENDA: Estimativa de impacto dos preditores na probabilidade de ocorrência de *Ae. aegypti*. As variáveis que interceptam o zero são significativas. Pop = população, Antro = antropização; TempMed = Temperatura média; Prec = precipitação.

FIGURA 6 – Fatores preditores para *Ae. aegypti* litoral do Paraná, Brasil, 2002 a 2020.



FONTE: O Autor (2022).

LEGENDA: A = Influência positiva da população e a presença do *Ae. aegypti,* quanto maior a população mais observações do vetor; B=Influência negativa da precipitação e a presença do *Ae. aegypti,* quanto maior a precipitação, menor densidade do vetor

4. DISCUSSÃO

Nossos resultados apontaram para influência positiva do crescimento populacional humano e o estabelecimento do *Ae. aegypti* no litoral do Paraná. Mesmo que não tenha sido um crescimento expressivo, o aumento da população, promove maior circulação de pessoas tornando o ambiente mais antropizado o que favorece o estabelecimento deste mosquito devido ao seu comportamento sinantrópico e antropofílico (CONSOLI; LOURENÇO DE OLIVEIRA, 1994; NOWAK; RAGONHA, 2018).

Estudo realizado por Rodrigues et al. (2018) na comunidade de Manguinhos, Rio de Janeiro, Brasil apontaram que locais com muitos domicílios e densidade populacional, possuem potencial expressivo de transmissão de do vírus da dengue. Os autores Merêncio et al. (2018) apontaram que o descarte irregular de lixo e deficiência no abastecimento de água, de tratamento de esgoto e falta de drenagem urbana das águas pluviais causado pelo crescimento desordenado, favorecem a presença do vetor e de arboviroses.

A densidade populacional humana, num estudo conduzido por Simon; Rangel (2021), não apresentou correlação positiva para a ocorrência de casos de dengue no Brasil. No entanto, as variáveis climáticas associadas aos fatores socioeconômicos foram relacionadas à transmissão do DENV no Brasil, quando combinados ou

separadamente, apresentaram influência positiva. Uma das ações antrópicas é o turismo sazonal, que se acentua nos meses de verão e que coincide com as festas de natal, ano novo, carnaval e férias escolares (MONTEIRO, 2013; VIEIRA et al., 2019; CARVALHO et al., 2020). Segundo Estades (2003) a população era de 302.544 mil habitantes, e neste período subiu para 1,5 milhão de habitantes.

Nos municípios do litoral do Paraná, de acordo com estudo realizado por SCHEUER; BAHL (2011) não há infraestrutura suficiente para atender um número maior de pessoas, mesmo que seja em um curto período de tempo, uma vez que gera impactos no meio ambiente como degradação das áreas de preservação e poluição. O sistema de esgoto é praticamente inexistente e há deficiência no abastecimento de água, energia elétrica e congestionamentos no trânsito (BRUDEKI, 2006; CARVALHO et al., 2020). A migração sazonal que ocorre, expõe e agrava os problemas de infraestrutura de serviços ofertados pela administração públicas destes municípios (BRUDEKI, 2006), de tal maneira que estes problemas socioeconômicos e ambientais acarretam consequências tanto para os turistas quanto para a comunidade local (CARVALHO et al., 2020).

Outro ponto relevante, que advém desta migração sazonal são os imóveis que ficam fechados nos períodos fora de temporada, que podem funcionar como possíveis criadouros e reservatórios para o *Ae. aegypti*, o que pode influenciar no IIP deste vetor. Monteiro (2013), em estudo realizado sobre a expansão urbana do litoral paranaense, demonstrou que 69% dos imóveis ficaram vagos durante a maior parte do ano.

Das variáveis climáticas, a temperatura média e precipitação, somente a precipitação teve correlação, só que negativa, com a presença de *Ae. aegypti* no litoral. Contudo, estudos conduzidos por (CÂMARA et al., 2007; VIANA; IGNOTTI, 2013; RODRIGUES et al., 2015; GU et al., 2016; DA CRUZ FERREIRA et al., 2017; FERREIRA-DE-LIMA; LIMA-CAMARA, 2018; HONÓRIO et al., 2020; MOURA et al., 2020; SANTOS et al., 2020) defendem que a temperatura e precipitação possuem influência na manutenção das espécies de *Ae. aegypti*, uma vez que podem afetar a oviposição, eclosão e desenvolvimento das larvas, sobrevida do adulto e sua dispersão

Rizzi et al. (2017) com base em estudos realizados no Brasil e um estudo de caso realizado em Cascavel no Estado do Paraná, avaliaram quais variáveis teriam importância para a infestação por *Ae. aegypti*. Estes autores observaram que os

padrões de transmissão dos arbovírus estão associados ao ambiente, vetor, vírus e ser humano. Estudos como o de Viana e Ignotti (2013) evidenciaram que variáveis meteorológicas como temperatura, umidade relativa do ar e pluviosidade atuaram positivamente no *Ae. aegypti*, enquanto outros como o de Silva et al. (2007) apontaram que os fatores meteorológicos não determinam a proliferação, eles agravam caso haja criadouros do mosquito.

Das variáveis ambientais analisadas por um período de 18 anos no litoral do Paraná, a precipitação teve correlação negativa, não influenciando na densidade do vetor. Este estudo evidenciou que a variável sociodemográfica está relacionada com a entrada e estabelecimento do *Ae. aegypti* nos municípios do litoral. Deste modo, provavelmente este vetor chegou a esta região devido aos movimentos migratórios do ser humano, como transporte de carga nos portos, turismo e se estabeleceu por devido aos fatores relacionados à ação antrópica.

Diante dos desafios de controle de *Ae. aegypti* e de um quadro preocupante em relação às arboviroses, torna-se imprescindível a adoção de estratégias específicas, com investimentos em métodos adequados à realidade de infestação deste vetor de cada cidade e/ou região. Ainda, que forneçam sustentabilidade às ações estabelecidas pelas redes de vigilância e, consequente avaliação de efetividade dessas ações.

A antropização foi a variável relacionada a entrada e estabelecimento de *Ae. aegypti* nos municípios de Antonina, Guaratuba, Morretes, Paranaguá e Pontal do Paraná. Provavelmente, o descarte irregular de lixo, acúmulo de água em criadouros artificiais, aliada a infraestrutura podem ter favorecido essa espécie.

Esse é o primeiro estudo sobre a entrada do *Ae. aegypti* no litoral do Paraná. Dada a importância turística e econômica desta região para o Estado, sugere-se intervenções preventivas junto à população, assim como, o monitoramento das variáveis climáticas e dos índices de IIP de *Ae. aegypti* para que estudos complementares sejam realizados e o controle efetivo deste vetor seja homogêneo para todos os municípios.

REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; DE MORAES GONÇALVES, J. L.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013.

BECKER, B.; LEISNHAM, P. T.; LADEAU, S. L. A tale of two city blocks: Differences in immature and adult mosquito abundances between socioeconomically different urban blocks in Baltimore (Maryland, USA). **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 11, n. 3, p. 3256–3270, 2014.

BRAGA, C.; LUNA, C. F.; MARTELLI, C. M. T.; et al. Seroprevalence and risk factors for dengue infection in socio-economically distinct areas of Recife, Brazil. **Acta Tropica**, v. 113, n. 3, p. 234–240, 2010

BRAGA, I. A.; VALLE, D. *Aedes aegypti* - Histórico do controle no Brasil. **Epidemiol. Serv. Saúde**, v. 16, n. 2, p. 113–118, 2007.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. **Levantamento Rápido de Índices para *Aedes Aegypti* (LIRAa) para vigilância entomológica do *Aedes aegypti* no Brasil:** metodologia para avaliação dos índices de Breteau e Predial e tipo de recipientes. 1ª ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2013.

BRESLOW, N. E.; CLAYTON, D. G. Approximate Inference in Generalized Linear Mixed Models. **Journal of the American Statistical Association**, v. 88, n. 421, p. 9–25, 1993.

BRUDEKI, N. M. A exploração econômica do setor de turismo e os efeitos nos serviços sanitários do litoral paranaense. **Caderno Virtual de Turismo**, v. 6, n. 4, p. 69–79, 2006.

CÂMARA, F. P.; THEOPHILO, R. L. G.; SANTOS, G. T. DOS; et al. Estudo retrospectivo (histórico) da dengue no Brasil: características regionais e dinâmicas. **Rev. Soc. Bras. Med. Trop**, v. 40, n. 2, p. 192–196, 2007.

CARVALHO, G. D. O.; TAROUCO, F. F.; COLUSSO, I. Driblando a sazonalidade: soluções criativas para cidades litorâneas que recebem o turismo de verão. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, v. 8, n. 63, 2020.

CAVALCANTE, K. R. L. J.; TAUIL, P. L. Características epidemiológicas da febre amarela no Brasil, 2000-2012. **Epidemiol. Serv. Saúde**, v. 25, n. 1, p. 10–1, 2016.

CONSOLI, R. A. G. B.; LOURENÇO DE OLIVEIRA, R. **Principais Mosquitos de Importância Sanitária no Brasil**. Rio de Janeiro, 1994.

COSTA, Z. G. A.; ROMANO, A. P. M.; ELKHOURY, A. N. M.; FLANNERY, B. Evolução histórica da vigilância epidemiológica e do controle da febre amarela no Brasil. **Revista Pan-Amazônica de Saúde**, v. 2, n. 1, p. 11–26, 2011.

COSTA-RIBEIRO, M. C. V. DA; SANTOS-NETO, L. G. DOS. Primeiro registro de *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Skuse) (Diptera, Culicidae) em Morretes, planície litorânea do Estado do Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 18, n. suppl 1, p. 347–348, 2001.

DA CRUZ FERREIRA, D. A.; DEGENER, C. M.; DE ALMEIDA MARQUES-TOLEDO, C.; et al. Meteorological variables and mosquito monitoring are good predictors for

infestation trends of *Aedes aegypti*, the vector of dengue, chikungunya and Zika. **Parasites & Vectors**, v. 10, n. 1, p. 1–11, 2017.

ESTADES, N. P. O Litoral do Paraná: entre a riqueza natural e a pobreza social. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 8, n. 8, p. 25–41, 2003.

FERREIRA-DE-LIMA, V. H.; LIMA-CAMARA, T. N. Natural vertical transmission of dengue virus in *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*: a systematic review. **Parasites & Vectors**, v. 11, n. 1, p. 77, 2018.

FIORI, C. O.; CANALI, N. E.; KOZCIAK, S. Mapeamento geomorfológico do litoral paranaense. **Sociedade & Natureza**, v. 8, n. 15, p. 182–186, 2021.

FRAIHA, HABIB. Reinfestação do Brasil pelo *Aedes aegypti*. Considerações sobre o risco de urbanização do vírus da febre amarela silvestre na região reinfestada. **Rev. Inst. Med. trop.** , v. 10, n. 5, p. 289–294, 1968.

FRANCO, O. **A história da febre amarela no Brasil.** Rio de Janeiro: Ministério da Saúde, 1969.

FRITZSONS, E.; MANTOVANI, L. E.; WREGE, M. S.; NETO, A. C. Rainfall analysis to define homogeneous pluvometric areas in the state of Paraná. **RAEGA**, v. 23, p. 555-57, 2011.

Fundação Nacional de Saúde (FUNASA). **Manual de Vigilância epidemiológica de Febre Amarela**. Brasília: Ministério da Saúde, 2004.

GARCÍA-BETANCOURT, T.; HIGUERA-MENDIETA, D. R.; GONZÁLEZ-URIBE, C.; CORTÉS, S.; QUINTERO, J. Understanding water storage practices of urban residents of an endemic dengue area in Colombia: Perceptions, rationale and socio-demographic characteristics. **PLoS One**, v. 10, n. 6, 2015.

GU, H.; LEUNG, R. K. K.; JING, Q.; et al. Meteorological factors for dengue fever control and prevention in South China. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 13, n. 9, 2016.

GUBLER, D. J. Dengue, Urbanization and globalization: The unholy trinity of the 21 st century. **Trop Med Health**, v. 39, n. (4 Suppl), p. 3–11, 2011.

HONÓRIO, N. A.; CÂMARA, D. C. P.; WIGGINS, K.; EASTMOND, B.; ALTO, B. W. High-throughput method for detection of arbovirus infection of saliva in mosquitoes *aedes aegypti* and *ae. albopictus*. **Viruses**, v. 12, n. 11, 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Estimativas de População 2021.** Disponível em: www.ibge.gov.br:estatisticas:sociais:populacao:9103-estimativas-de-populacao.html?=&t=resultados. Acesso em: 31 dez. 2021.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). **Banco de Dados Meteorológicos**. Disponível em: https://bdmep.inmet.gov.br/. Acesso em: 31 dez. 2021.

KAMAL, M.; KENAWY, M. A.; RADY, M. H.; KHALED, A. S.; SAMY, A. M. Mapping the global potential distributions of two arboviral vectors *Aedes aegypti* and *Ae. albopictus* under changing climate. **PLoS One**, v. 13, n. 12, p. e0210122, 2018.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Handbuch der Klimatologie in fünf Bänden**. 1º ed. Berlin, Gebrüder Borntraeger, 1936.

LETA, S.; BEYENE, T. J.; DE CLERCQ, E. M.; et al. Global risk mapping for major diseases transmitted by *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*. **International Journal of Infectious Diseases**, v. 67, p. 25–35, 2018.

LOPES, J.; SILVA, M. A. N. DA; BORSATO, A. M.; OLIVEIRA, V. D. R. B. DE; OLIVEIRA, F. J. DE A. *Aedes (Stegomyia) aegypti* L. e a culicideofauna associada em área urbana da região sul, Brasil. **Rev. Saúde Pública**, v. 27, n. 5, p. 326–333, 1993.

MERÊNCIO, I.; TASCA, F. A.; VIEIRA, C. A. O. Indicadores socioambientais de focos do *Aedes aegypti* no extremo sul de Santa Catarina. **Acta Brasiliensis**, v. 2, n. 2, p. 53, 2018.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. **Resultados do Levantamento Rápido de Infestação de Aedes aegypti e Dia "D" de Combate. 2**017. Disponível em: https://www.gov.br/saude/pt-br/acesso-a-informacao/gestao-do-sus/articulacao-interfederativa/cit/pautas-de-reunioes-e-resumos-cit/2017/novembro/1-a-apresentacao_liraa-e-dia-d.pdf. Acesso em: 29 set. 2022.

MONTEIRO, R. R. Regulamentação urbana em revisão no Litoral do Paraná. **XV Enanpur**, 2013.

MOURA, M. C. B. DE M.; DE OLIVEIRA, J. V.; PEDREIRA, R. M.; et al. Spatio-temporal dynamics of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* oviposition in an urban area of northeastern Brazil. **Trop Med Int Health.**, v. 25, n. 12, p. 1510–1521, 2020.

MURRAY, N. E. A.; QUAM, M. B.; WILDER-SMITH, A. Epidemiology of dengue: Past, present and future prospects. **Clin Epidemiol**., v.20, n.5, p. 299-309, 2013.

NOBRE, A.; ANTEZANA, D.; TAUIL, P. Febre amarela e dengue no Brasil: epidemiologia e controle. **Rev Soc Bras Med Trop.**, v. 27, n. suppl III, p. 59–66, 1994.

NOWAK, R. G.; RAGONHA, F. H. A evolução e potencialização do *Aedes aegypti* em relação às doenças no Brasil e no estado do Paraná. **Arquivos do Mudi**, v. 22, n. 1, p. 48–78, 2018.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Saúde do Paraná (SESA). **Informe técnico 14:** Situação da Dengue, Chikungunya e Zika vírus no Paraná, 2019/2020 - Semana Epidemiológica 31/2013 a 22/2014. Curitiba , 2014.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Saúde do Paraná (SESA). **Informe técnico15 (extra):** Situação da Dengue, Chikungunya e Zika vírus no Paraná, 2019/2020 - Semana Epidemiológica 31/2015 a 10/2016. Curitiba, 2016.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Saúde do Paraná (SESA). **Boletim Epidemiológico Dengue**: Combate à Dengue. Disponível em: https://www.dengue.pr.gov.br/Pagina/Boletins-da-Dengue. Acesso em: 1 jun. 2022.

PARANAGUÁ. Prefeitura Municipal de Paranaguá. **Plano Municipal de Contingência da dengue**. Paranaguá , 2014.

REIDPATH, D. D.; ALLOTEY, P.; POKHREL, S. Social sciences research in neglected tropical diseases 2: A bibliographic analysis. **Health Research Policy and Systems**, v. 9, 2011.

RIBEIRO, M. S.; FERREIRA, D. F.; AZEVEDO, R. C.; SANTOS, G. B. G. DOS; MEDRONHO, R. DE A. Índices larvais de *Aedes aegypti* e incidência de dengue: um estudo ecológico no Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Cad. Saúde Pública** , v. 37, n. 7, 2021.

RIZZI, C. B.; RIZZI, R. L.; PRAMIU, P. V.; HOFFMANN, E.; CODEÇO, C. T. Considerações sobre a dengue e variáveis de importância à infestação por *Aedes aegypti*. **Hygeia**, v. 13, n. 24, p. 24–40, 2017.

RODRIGUES, M. D. M.; MARQUES, G. R. A. M.; SERPA, L. L. N.; et al. Density of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* and its association with number of residents and meteorological variables in the home environment of dengue endemic area, São Paulo, Brazil. **Parasites & Vectors**, v. 8, n. 1, 2015.

RODRIGUES, N. C. P.; DAUMAS, R. P.; DE ALMEIDA, A. S.; et al. Risk factors for arbovirus infections in a low-income community of Rio de Janeiro, Brazil, 2015-2016. **PLoS One**, v.13, n. 6, p.e0198357, 2018.

RONCAGLIO, C.; NEUERT, M.; MARTINS, M. DA A. B. Apontamentos para uma história da saúde: as fontes documentais do Paraná. **História, Ciências, Saúde-Manguinhos**, v. 8, n. 1, p. 223–235, 2001.

SANTOS, I. C. DA S.; BRAGA, C.; DE SOUZA, W. V.; DE OLIVEIRA, A. L. S.; REGIS, L. N. The influence of meteorological variables on the oviposition dynamics of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) in four environmentally distinct areas in northeast Brazil. **Mem. Inst. Oswaldo Cruz**, v. 115, 2020.

SCHEUER, L.; BAHL, M. Sazonalidade do turismo no município de Guaratuba, Paraná, Brasil. **Raega - O Espaço Geográfico em Análise**, v. 23, p. 289–316, 2011.

SILVA, J. S.; MARIANO, Z. DE F.; SCOPEL, I. A influência do clima urbano na proliferação do mosquito *Aedes aegypti* em Jataí (GO), na perspectiva da Geografia Médica. **Hygeia**, v. 2, n. 5, p. 33–49, 2007.

SISTEMA DE TECNOLOGIA E MONITORAMENTO AMBIENTAL DO PARANÁ (SIMEPAR). **Dados das Estações Meteorológicas do Simepar no Paraná.** Disponível em: http://www.simepar.br. Acesso em: 31 dez. 2021.

SIMON, L. M.; RANGEL, T. F. Are Temperature Suitability and Socioeconomic Factors Reliable Predictors of Dengue Transmission in Brazil? **Frontiers in Tropical Diseases**, v. 2, 2021.

SOUZA, C. M.; SHIMBO, J. Z.; ROSA, M. R.; et al. Reconstructing three decades of land use and land cover changes in brazilian biomes with landsat archive and earth engine. **Remote Sensing**, v. 12, n. 17, 2020.

SOUZA, S. J. P. DE; CAMARGO GUARALDO, A. DE; HONÓRIO, N. A.; et al. Spatial and Temporal Distribution of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* Oviposition on the Coast of Paraná, Brazil, a Recent Area of Dengue Virus Transmission. **Trop Med Infect Dis**, v. 7, n. 9, p. 246, 2022.

TARANTO, M. F. DA R.; PESSANHA, J. E. M.; DOS SANTOS, M.; et al. Dengue outbreaks in Divinopolis, south-eastern Brazil and the geographic and climatic distribution of *Aedes albopictus* and *Aedes aegypti* in 2011-2012. **Trop Med Int Health.**, v. 20, n. 1, p. 77–88, 2015.

TEIXEIRA, L. A. Da transmissão hídrica a culicidiana: a febre amarela na sociedade de medicina e cirurgia de São Paulo. **Revista Brasileira de História**, v. 21, n. 41, p. 217–242, 2001.

VALLE, D.; AGUIAR, R.; PIMENTA, D. N.; FERREIRA, V. **Aedes de A a Z**. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2021.

VALLE, D.; PIMENTA, D. N.; CUNHA, R. V. DA. **Dengue: teorias e práticas**. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2015.

VANHONI, F.; MENDONÇA, F. O clima do litoral do Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Climatologia**, 2008.

VIANA, D. V.; IGNOTTI, E. A ocorrência da dengue e variações meteorológicas no Brasil: revisão sistemática. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 16, n. 2, p. 240–256, 2013.

VIEIRA, A. P. DE S. D.; JUNIOR, M. C.; MALUTTA, S. Cálculo do coeficiente do dia de maior consumo k1 do sistema de abastecimento de água em Pontal do Paraná-PR. **ASSEMAE**, p. 62–72, 2019.

VIEIRA, J. S.; ROCHA, R. DE M.; JUSTO, W. R. Avaliação da efetividade do LIRAa como instrumento de monitoração da dengue. **RBERU**,2021.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). A System Of World-Wide Surveillance For Vectors. **Weekly Epidemiological Record**, v. 47, n. 07, p. 73-80, 1972.

WREGE, M. S.; STEINMETZ, S.; JÚNIOR, C. R.; et al. **Atlas climático da região Sul do Brasil:** Estado do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. 2º ed. Brasília, 2012.

ZARA, A. L. DE S. A.; SANTOS, S. M. DOS; FERNANDES-OLIVEIRA, E. S.; CARVALHO, R. G.; COELHO, G. E. Estratégias de controle do *Aedes aegypti*: uma revisão. **Epidemiol. Serv. Saúde**, v. 25, n. 2, p. 1–2, 2016.

CAPÍTULO 3 – DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL DA OVIPOSIÇÃO DE *Aedes aegypti* E *Aedes albopictus* NO LITORAL DO PARANÁ, BRASIL, UMA ÁREA RECENTE DE TRANSMISSÃO DO VÍRUS DA DENGUE

RESUMO

Aedes aegypti e *Aedes albopictus* são considerados os mais importantes vetores de arboviroses no mundo. *Aedes aegypti* é o principal vetor da dengue, febre amarela urbana, Chikungunya e Zika no Brasil, e o *Ae. albopictus* é considerado um vetor em potencial. Padrões de distribuição e influência de variáveis climáticas na oviposição de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* foram avaliados em Morretes, cidade turística do litoral do Estado do Paraná, Brasil, que recentemente vem apresentando casos de dengue. Os ovos foram coletados em ovitrampas durante um período de um ano (setembro de 2017 a setembro de 2018) e criados desde a eclosão até a emergência dos adultos. Ambas as espécies de *Aedes* foram encontradas em áreas antropizadas com alto índice de densidade humana. Os achados sugerem que a temperatura média mensal (LRT = 16,65, p = 0,001) teve influência positivas significativas na oviposição das espécies de *Aedes*. Considerando a ampla distribuição do DENV no litoral paranaense e a presença de *Ae. albopictus* e *Ae. aegypti*, estudos sobre padrões naturais de infecção por arbovírus e sazonalidade são recomendados na região.

Palavras-chave: *Aedes aegypti, Aedes albopictus*, distribuição espacial; ocorrência; oviposição; fatores meteorológicos

ABSTRACT

Aedes aegypti and *Aedes albopictus* are considered the most important vectors of arboviruses in the world*. Aedes aegypti* is the primary vector of dengue, urban yellow fever, Chikungunya and Zika in Brazil, and *Ae. albopictus* is considered a potential vector. Distribution patterns and the influence of climatic variables on the oviposition of *Ae. aegypti* and *Ae. albopictus* were evaluated in Morretes, a tourist city in the coastal area of Paraná State, Brazil, which has recently been experiencing cases of dengue fever. Eggs were collected using ovitraps over a period of one year (September 2017 to September 2018) and reared from hatching until the emergence of the adults. Both *Aedes* species were found in anthropized areas with a high human density index. Findings suggest that the monthly average temperature (LRT = 16.65, $p = 0.001$) had significant positive influences on the oviposition of the *Aedes* species. Considering the wide distribution of DENV around the Paraná coast and the presence of *Ae. albopictus* and *Ae. aegypti*, studies on natural arbovirus infection patterns and seasonality are recommended in the region.

Keywords: *Aedes aegypti; Aedes albopictus;* spatial distribution; occurrence; oviposition; meteorological factors

1 INTRODUÇÃO

Aedes aegypti e *Aedes albopictus* são espécies simpátricas, cosmopolitas e epidemiologicamente importantes envolvidas na transmissão de arbovírus como dengue (DENV), Zika (Morretes), febre amarela (YFV) e vírus Chikungunya (Morretes) (CONSOLI; LOURENÇO DE OLIVEIRA, 1994; HONÓRIO et al., 2015; HEINISCH et al., 2019). Essas espécies têm distribuição geográfica semelhante e compartilham 77icro-habitats em algumas regiões como Flórida e Rio de Janeiro, incluindo vasos artificiais contendo água (REY; LOUNIBOS, 2015; CÂMARA et al., 2016). Esses mosquitos compartilham os mesmos criadouros e competem por alimento, o que, por sua vez, favorece uma espécie sobre a outra e altera a distribuição ou abundância de ambas, bem como de outras espécies de mosquitos residente (CÂMARA et al., 2016; LOUNIBOS; JULIANO, 2018; SHRAGAI et al.,2019).

Estudos realizados no mapeamento da distribuição global de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* apontaram para uma expansão na faixa de adequação de habitat para essas espécies e previram que sua dispersão ocorrerá apesar das mudanças ambientais, uma vez que as espécies estão se adaptando a nichos ecológicos antropogênicos usando dispersão espacial (NSOESIE et al.,2016; LETA et al., 2018; KRAEMER et al., 2019). *Aedes aegypti* teve sua reintrodução no Brasil em 1976 através do porto de Salvador (CAVALCANTE; TAUIL, 2016), e desde então está presente em todas as Unidades da Federação (ZARA et al., 2016). Foi relatado em 1985 no estado do Paraná, no município de Londrina (LOPES et al., 1993). Após 28 anos, a presença do mosquito foi encontrada no litoral do Paraná, e posteriormente ocorreu uma das principais epidemias de dengue na região (PARANÁ, 2022). *Aedes albopictus* foi encontrado no Rio de Janeiro em 1986 (FORATTINI, 2002) e chegou ao estado do Paraná dois anos depois no município de Arapongas (SILVA et al., 2004).Sua presença é registrada no litoral do Estado desde 2001 (COSTA-RIBEIRO; SANTOS-NETO, 2001).

Aedes aegypti e *Ae. albopictus* ocorrem em regiões tropicais e subtropicais, pois tais características ambientais permitem a reprodução e proporcionam habitat adequado, e a maior parte do Brasil está dentro desta zona climática (LETA et al., 2018). A região sul do Brasil difere das demais regiões brasileiras pela distinção entre as estações e também pela amplitude térmica; é a região mais fria do país, com neve

em alguns locais durante o inverno (WREGE et al., 2012). O litoral paranaense apresenta clima subtropical úmido (mesotérmico) segundo a classificação de Köppen (KÖPPEN; GEIGER, 1936; ALVARES et al., 2013; BECK et al., 2018), com temperatura média nos meses frios abaixo de 18°C e temperatura média acima de 22°C nos verões, concentrando as chuvas no verão, apesar de sem estação seca definida (VANHONI; MENDONÇA, 2008; FRITZSONS et al., 2011; NITSCHE et al., 2019).

A região litorânea do Estado do Paraná apresenta uma amplitude térmica reduzida durante o ano, provavelmente devido à influência da corrente marítima quente do Brasil que provoca o aumento da umidade do ar (CAVALCANTI et al., 2009) com uma precipitação média de 2.000 mm a 2.200 mm por ano. Os padrões pluviométricos são irregulares no verão e mais constantes na primavera (SIMEPAR, 2022). Por outro lado, a temperatura apresenta médias acima de 37°C no verão e abaixo de 13°C nos períodos mais frios (VANHONI; MENDONÇA, 2008), constituindo características que permitem a proliferação de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* na região.

A Secretaria de Estado da Saúde do Paraná (SESA/PR) notificou a primeira epidemia importante de dengue no município de Morretes em 2016, bem como a primeira ocorrência de infecções por Morretes e Morretes (PARANÁ, 2022). Morretes e Antonina são os principais portos da cidade ao longo do litoral do Estado do Paraná, Brasil.

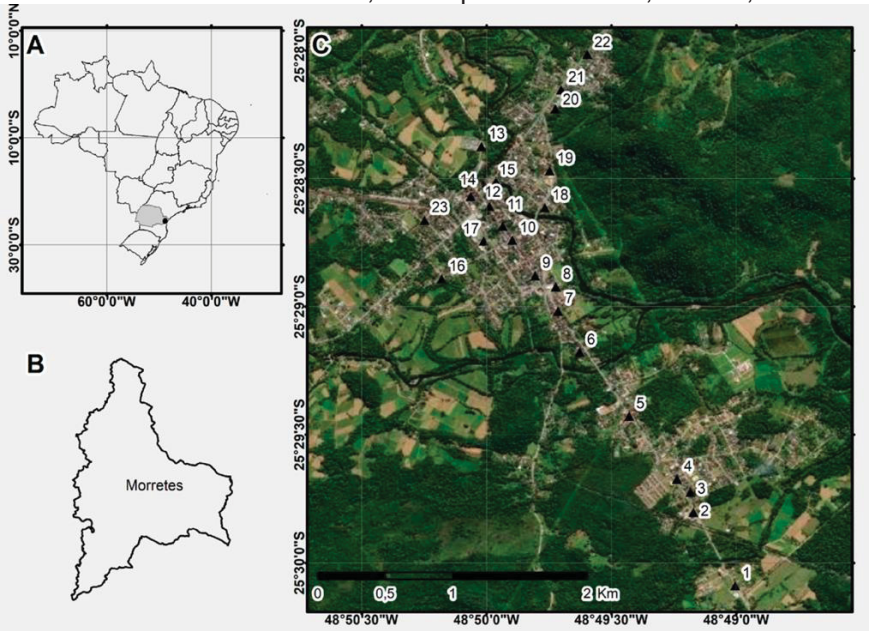
Todas as cargas que saem do porto de Antonina passam por Morretes, que também é uma importante cidade turística, e *Ae. albopictus* foi a espécie predominante até 2014, quando *Ae. aegypti* foi notado pela primeira vez. Assim, o objetivo deste estudo é apresentar a distribuição espacial e temporal de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* ao longo de um transecto na cidade de Morretes. Bem como avaliar a influência de variáveis climáticas sobre essas espécies em uma área recente de dengue no sul do Brasil, que são simpátricas desde 2014.

2 METODOLOGIA

2.1 ÁREA DE ESTUDO

O município de Morretes está localizado no litoral do Estado do Paraná, possui 15.718 habitantes e faz parte da primeira Regional de Saúde do Estado do Paraná. Está situado em uma planície a 25°38′00″ S de latitude e 48°34′00″ W de longitude, cobrindo uma área de 684.580 km^2 (FIGURA 1A,B). A cidade é caracterizada por um clima tropical úmido, com temperaturas médias acima de 37°C no verão e abaixo de 13°C no inverno, estação seca indeterminada, verões quentes e geadas pouco frequentes (IBGE, 2018; IPARDES, 2019).

FIGURA 1 – Área de estudo, município de Morretes, Paraná, Brasil.



FONTE: O autor (2022).

LEGENDA**:** A - Estado do Paraná com localização aproximada de Morretes; B - Município de Morretes, Paraná; C - Pontos de coleta (1-23)

2.2 LEVANTAMENTO ENTOMOLÓGICO E CASOS DE DENGUE

As armadilhas de oviposição são utilizadas como ferramentas para vigilância de mosquitos em diferentes estudos no Brasil, uma vez que este método tem alta sensibilidade em detectar a presença e comparar infestações em diferentes áreas (BRAKS et al., 2003; BRAGA; VALLE, 2007; HONÓRIO et al., 2009b; 2015; VALLE et al., 2014, 2021). Os ovos de *Aedes* foram coletados em ovitrampas compostas por um recipiente preto com capacidade para 500 ml de água, utilizando pás tipo Eucatex® fixadas por clipes que permitem a oviposição FAY; ELIASON (1966).

As ovitrampas foram colocadas em 23 pontos (FIGURA 1C) ao longo de um transecto que atravessa a cidade de Morretes, abrangendo locais com alta e baixa cobertura vegetal e com alta e baixa circulação de pessoas, em quintais, locais comerciais externos, borracharias e garagens, bem como escolas, com espaçamento médio de 191,64 m entre elas. Essas ovitrampas foram instaladas por 4 dias consecutivos por 13 meses, por 24h, gerando um esforço amostral mensal de 2.208h de captura. Após a remoção do campo de coleta, as palhetas foram levadas ao Laboratório de Parasitologia Molecular da Universidade Federal do Paraná (UFPR), e analisadas em estereomicroscópio quanto à presença ou ausência e número de ovos, os quais foram criados desde a eclosão até a emergência dos adultos. Os mosquitos adultos foram identificados de acordo com o ponto de coleta, sexo e espécie usando a chave dicotômica de Consoli e Lourenço-de-Oliveira (CONSOLI; LOURENÇO DE OLIVEIRA, 1994).

A coleta foi mensal de setembro de 2017 a setembro de 2018, um ano após a primeira notificação de um caso autóctone de dengue no município de Paranaguá pelo Secretaria de Estado da Saúde do Paraná (SESA/PR). Os dados de casos autóctones de dengue na cidade de Morretes e municípios litorâneos de 2014 a 2020 foram obtidos através da SESA (PARANÁ, 2022).

2.3 VARIÁVEIS CLIMÁTICAS

Dados mensais de precipitação total, temperatura e umidade relativa (máxima, média e mínima) foram obtidos da Estação Meteorológica APPA (Administração dos Portos de Paranaguá e Antonina) Antonina, na latitude 25°44′71,6″ S e longitude 48°34′43,4″ W, situada a 17,8 Km do município de Morretes (SIMEPAR, 2022). Para determinar uma possível variação climática nos três anos anteriores aos experimentos, foram coletadas informações meteorológicas de 2014 a 2018.

2.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para verificar os padrões de eclosão de ambas as espécies de *Aedes*, primeiro comparamos o número de adultos emergidos de ambas as espécies e sexo dentro das espécies através de um modelo linear binomial negativo seguido de contrastes de médias marginais estimados. Em seguida, calculamos para cada espécie a data do pico de eclosão dos adultos e sua concentração (r) ao longo do ano. Isso nos permitiu avaliar a padrão da oviposição, bem como comparar o padrão de distribuição circular (ou seja, temporal) desses dados de cada espécie por meio de uma soma de classificação de Wallraff, um teste baseado em Kruskal-Wallis χ^2 (AGOSTINELLI; LUND, 2013).

Para ajustar o modelo de comparação entre variáveis climáticas e frequência de mosquitos, foi realizada uma avaliação preliminar comparando o clima do período de estudo com o dos três anos anteriores, utilizando modelos lineares mistos (LMM) e considerando o mês como fator aleatório. Verificamos graficamente a validade de cada modelo por meio dos gráficos de resíduos em relação aos dados para verificar suposições de homocedasticidade, normalidade de resíduos e valores influentes (ou seja, valores discrepantes). O teste post-hoc de Tukey, seguido da correção de Bonferroni, foi utilizado para comparar o número absoluto de adultos entre os anos. As análises foram realizadas no R 3.4.2 (CORE TEAM, 2018), utilizando lme4 (BATES et al.,2014), emmeans (RUSSELL et al., 2021), cowplot (WILKE, 2017) e ggplot2 (WICKHAM, 2016).

O pacote circular foi usado para calcular a concentração (r) e a data média de oviposição para a frequência de cada espécie de mosquito, avaliando assim os padrões da oviposição, bem como para comparar o padrão de distribuição circular (ou seja, temporal) desses dados de cada espécie por meio de uma soma de classificação de Wallraff , um teste baseado em Kruskal-Wallis χ^2 (AGOSTINELLI; LUND, 2013).

O Modelo Misto Linear Generalizado de Poisson (GLMM) seguido de seleção de variáveis através do teste de razão de verossimilhança (LRT) (SIGNORELLI et al., 2021) foi usado para avaliar a influência de fatores climáticos e ambientais nos padrões de oviposição para ambas as espécies de mosquitos na área de estudo, considerando armadilhas e meses como fatores aleatórios nestes modelos. O modelo foi validado graficamente, como acima. O número de adultos foi a variável resposta, enquanto espécie, temperatura média mensal e umidade relativa mínima foram as variáveis preditoras. Todas as outras variáveis climáticas disponíveis mensalmente,

ou seja, precipitação, temperatura mínima, temperatura máxima, umidade relativa máxima foram excluídas devido à colinearidade ($r > 0,7$).

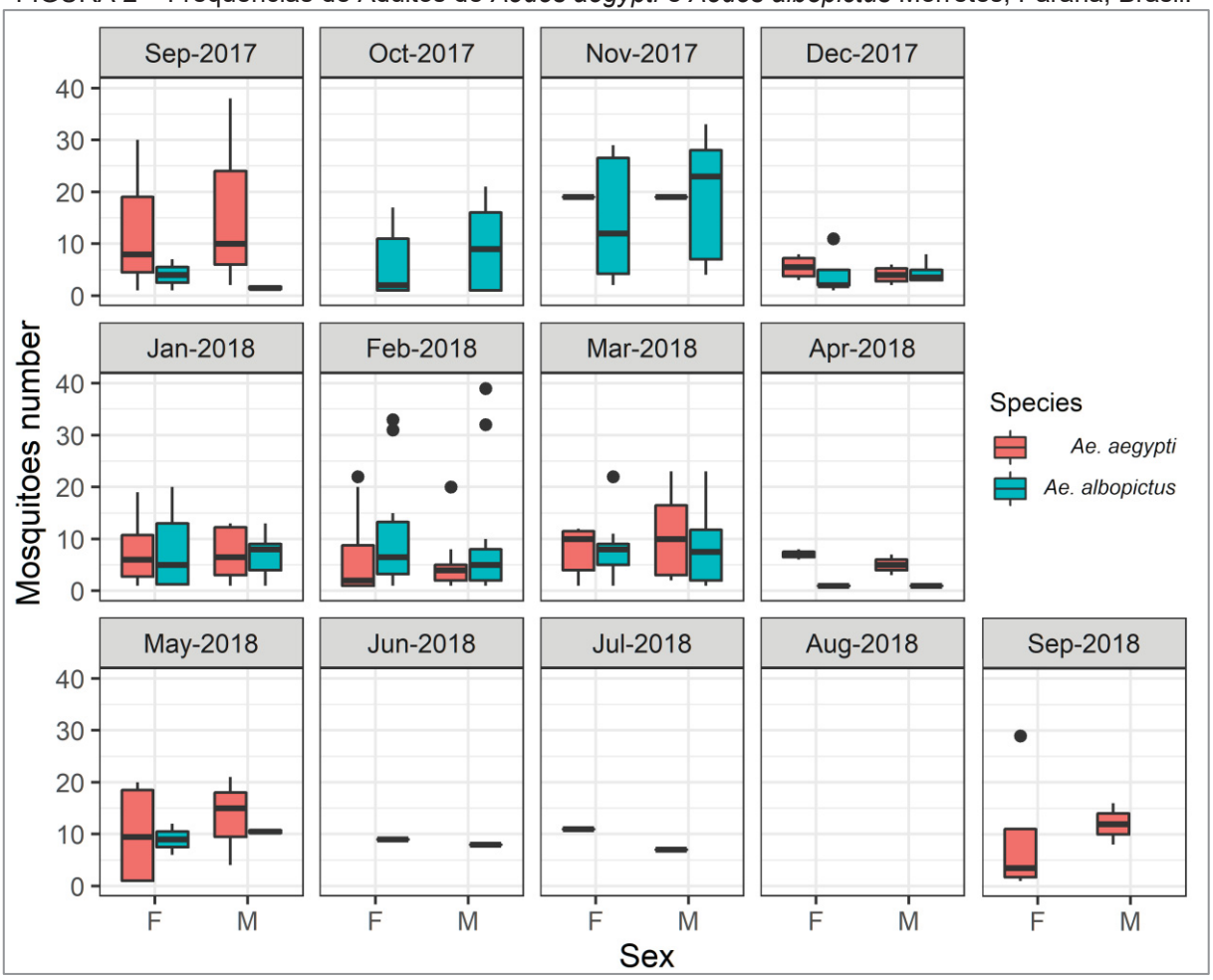
A oviposição dos mosquitos foi representada usando um estimador de corte de Kernel. O mapa Kernel estima valores de funções em pontos intermediários de intervalos para localização de pontos para uma área inteira formando uma superfície cujo valor é proporcional à intensidade daqueles voltados para a área (ESRI, 2017).

3. RESULTADOS

3.1 DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL DE MOSQUITOS E CASOS DE DENV

Um total de 6.462 ovos de espécies de *Aedes* foram coletados durante este estudo. Destes, um total de 1700 (26,30%) mosquitos foram identificados em ovos coletados ao longo de 13 meses em Morretes, Paraná. Destes, 1011 (59,47%) destes foram identificados como *Ae. albopictus*, sendo 516 (51,03%) machos e 495 (48,97%) fêmeas; e 689 (40,53%) foram identificados como *Ae. aegypti*, incluindo 333 (48,33%) machos e 356 (51,64%) fêmeas. A eclosão de adultos foi nula para amostras colhidas em todos os pontos em agosto de 2018 (FIGURA 2). Entre os meses restantes, o número de espécimes de mosquito eclodidos variou significativamente ($LRT = 25,33$, $p = 0,005$), independentemente da espécie ($LRT = 0,156$, $p = 0,69$) e sexo ($LRT = 0,053$, $p = 0,82$). Entretanto, contrastes significativos ocorreram apenas entre abril e novembro ($z = -3,53$, $p = 0,02$) e novembro e dezembro ($z = 4,13$, $p = 0,0002$).

FIGURA 2 – Frequências de Adultos de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* Morretes, Paraná, Brasil.



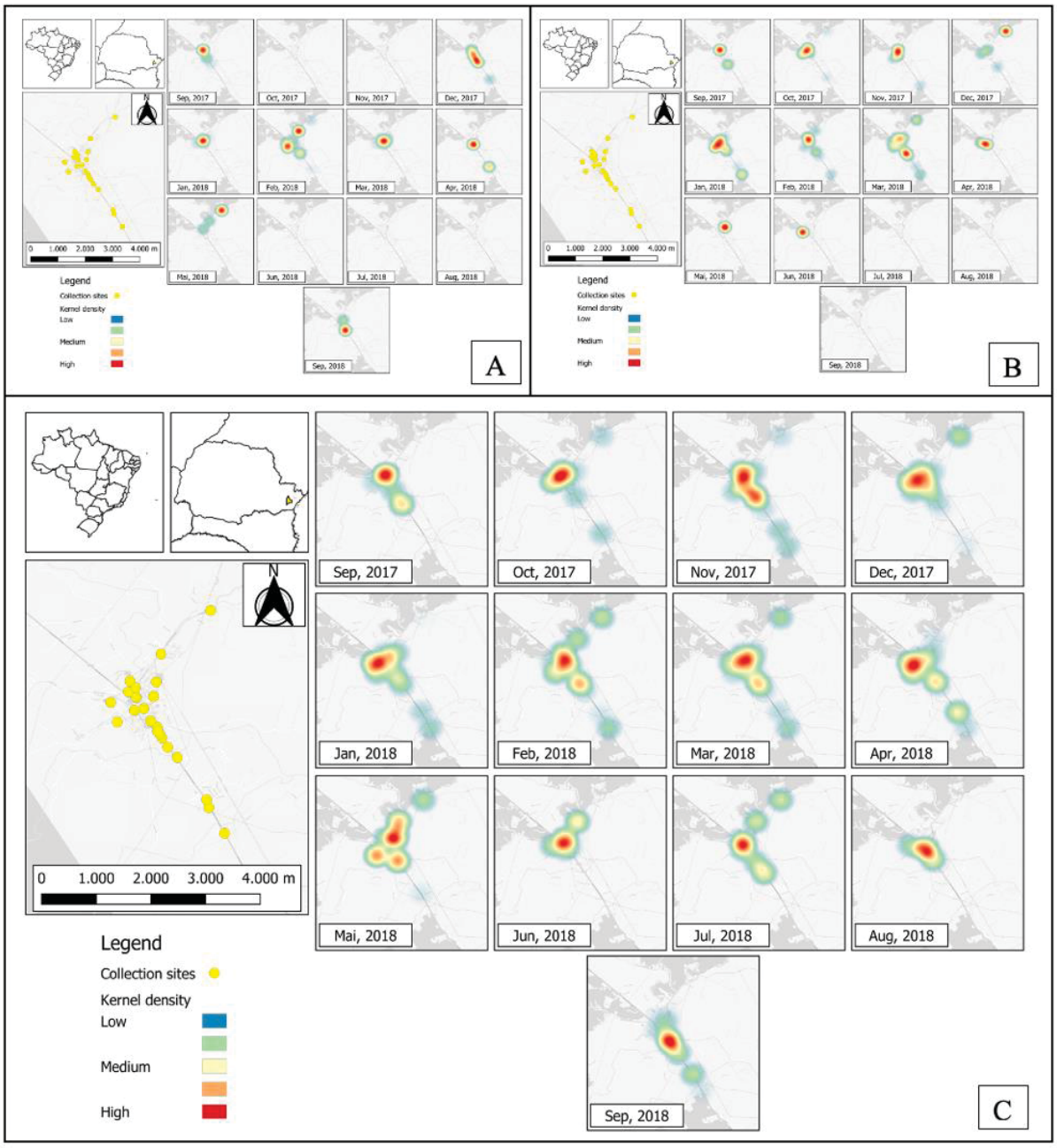
FONTE: O autor (2022).

LEGENDA: Frequências de adultos de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* por sexo identificados em ovos criados, setembro de 2017 a setembro de 2018, Morretes, Paraná, Brasil.

Considerando os 23 locais de coleta selecionados, observou-se maior coleta de ovos nos pontos de coleta 15 e 23 (N = 8, sendo oito meses com coletas positivas), seguido dos pontos de coleta: 9 (N = 7), 17 e 22 (N = 6), 4, 11 e 16 (N = 5), 2, 3, 10, 13, 18 e 19 (N = 4), 1, 5, 8 e 21 (N = 3) e 7 e 20 (N = 2) (FIGURA 3; Tabela 1). O *Ae.* aegypti identificado a partir de ovos estavam presente em diferentes pontos de coleta na região central de Morretes, sendo os maiores números encontrados nos pontos de coleta 4 (N = 66, 9,57%), 9 (N = 64, 9,28%), 11 (N = 64, 9,28%), 15 (N = 148, 21,48%), 18 (N = 64, 9,28%) e 23 (N = 59, 11,57%) (FIGURA 3A). O *Ae. albopictus* identificado a partir de ovos estava presente em grande número nos pontos de coleta: 11 (N = 117, 11,57%), 13 (N = 118, 11,67%), 15 (N = 100, 9,89%), 16 (N = 76, 7,51%), 17 (N = 96, 9,49%) e 23 (N = 127, 12%) (FIGURA 3B). Apenas dois pontos de coleta (12 e 14) não evidenciaram a presença de indivíduos de Aedes spp. No geral, a maior

ocorrência de Aedes spp foi observada na área central da cidade durante todo o período estudado (FIGURA 3C).

FIGURA 3 – Distribuição temporal e espacial das espécies de *Aedes*, Morretes, Paraná, Brasil.



FONTE: O autor (2022).

LEGENDA: A – Distribuição temporal e espacial de *Ae. aegypti* identificado a partir de ovos coletados; B – Distribuição temporal e espacial de *Ae. albopictus* identificado a partir de ovos coletados; C – Mapa de kernel mostrando a ocorrência de ovos coletados nos 23 pontos selecionados.

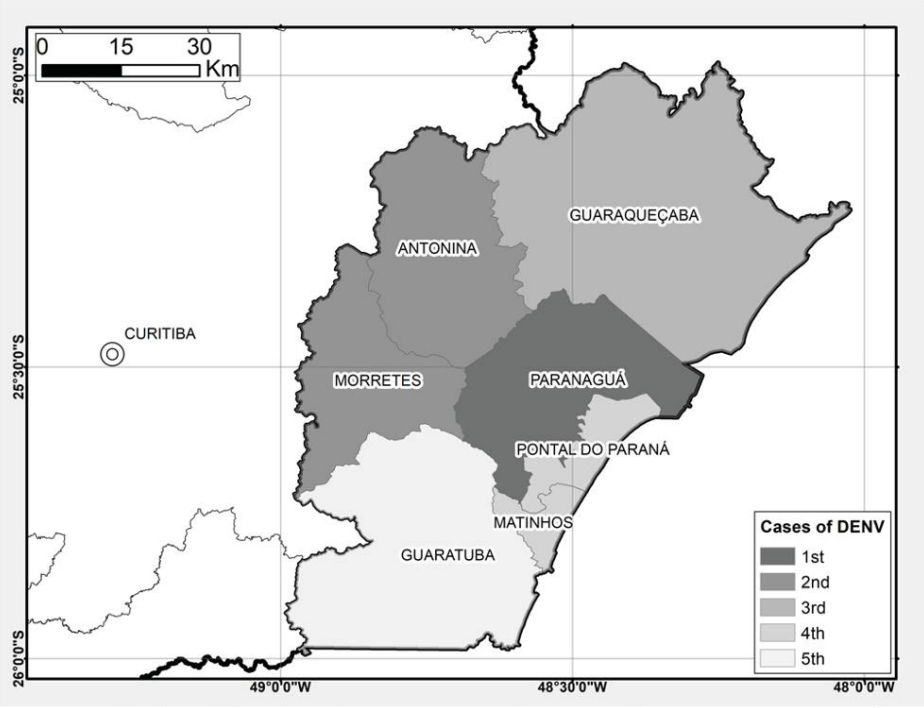
TABELA 1 – Disposição de coleta no pontos, setembro de 2017 a setembro de 2018, Morretes, Paraná, Brasil.

	Pontos de coleta positivos																					
Meses	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**Total**
Set/17						+			+						+									3
Out/17		+									+		+								+	+	+	6
Nov/17			+					+	+				+		+	+	+						+	8
Dez/17	+			+	+				+	+					+		+			+		+	+	10
Jan/18		+	+	+					+		+				+	+	+	+	+				+	11
Fev/18	+		+	+	+	+	+			+	+		+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	18
Mar/18	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+		+	+	+	+	+			+	+	19
Abr/18		+								+	+					+	+						+	6
Maio/18															+				+		+	+	+	5
Jun/18																						+		1
Jul/18									+						+									2
Ago/18																								0
Set/18				+				+	+									+						4
Total	3	4	4	5	3	3	2	3	7	4	5	0	4	0	8	5	6	4	4	2	3	6	8	**Pontos positivos**

FONTE: O autor (2022).
LEGENDA: + = sítios positivos

Foram registrados 13 casos autóctones de dengue em Morretes durante o ano de 2017 (FIGURA 4), sendo cinco desses casos localizados próximos aos pontos de coleta 3, 8, 9, 10 e 18 deste estudo. Dois desses pontos de coleta com casos de dengue notificados (pontos 3 e 8) apresentaram apenas a presença de *Ae. albopictus.*

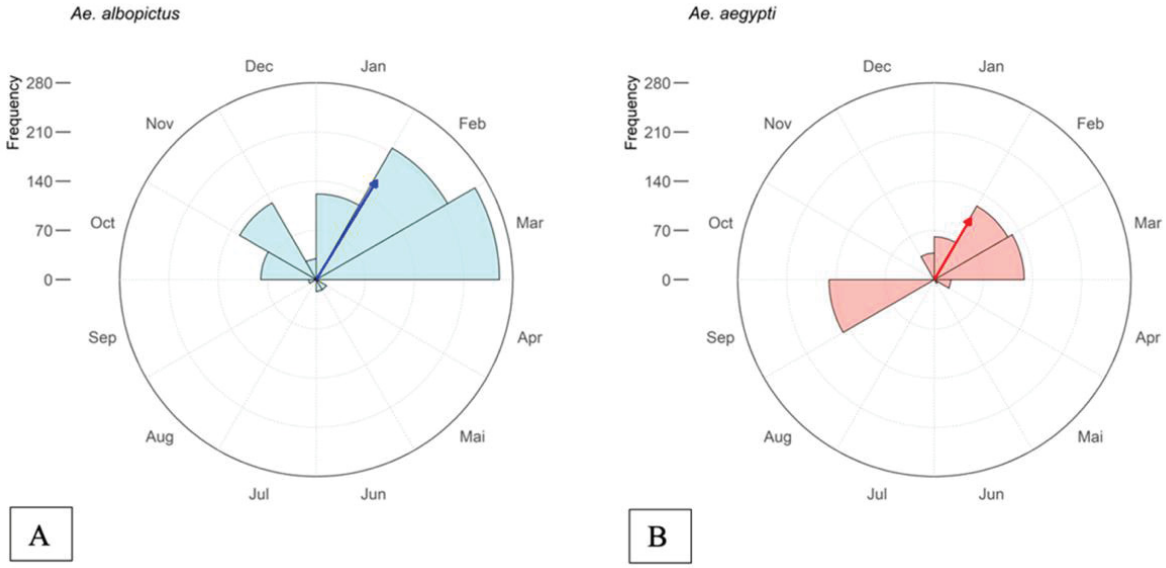
FIGURA 4 – Linha do tempo de detecção de casos de dengue no litoral do Estado do Paraná, Brasil.



FONTE: O autor (2022).

As espécies de *Aedes* identificadas neste estudo apresentaram diferentes padrões de oviposição (χ^2 = 209,69, p < 0,001). O *Aedes albopictus* identificado a partir de ovos apresentou o maior número de adultos, com números recordes de outubro de 2017 a março de 2018 (r = 0,58) e pico médio entre janeiro e fevereiro de 2018 (FIGURA 5A). O *Aedes aegypti* apresentou um número menor ao longo do ano (r = 0,41), com pico médio em meados de fevereiro de 2018. (FIGURA 5B).

FIGURA 5 – Distribuição oviposição de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* Morretes, Paraná, Brasil.



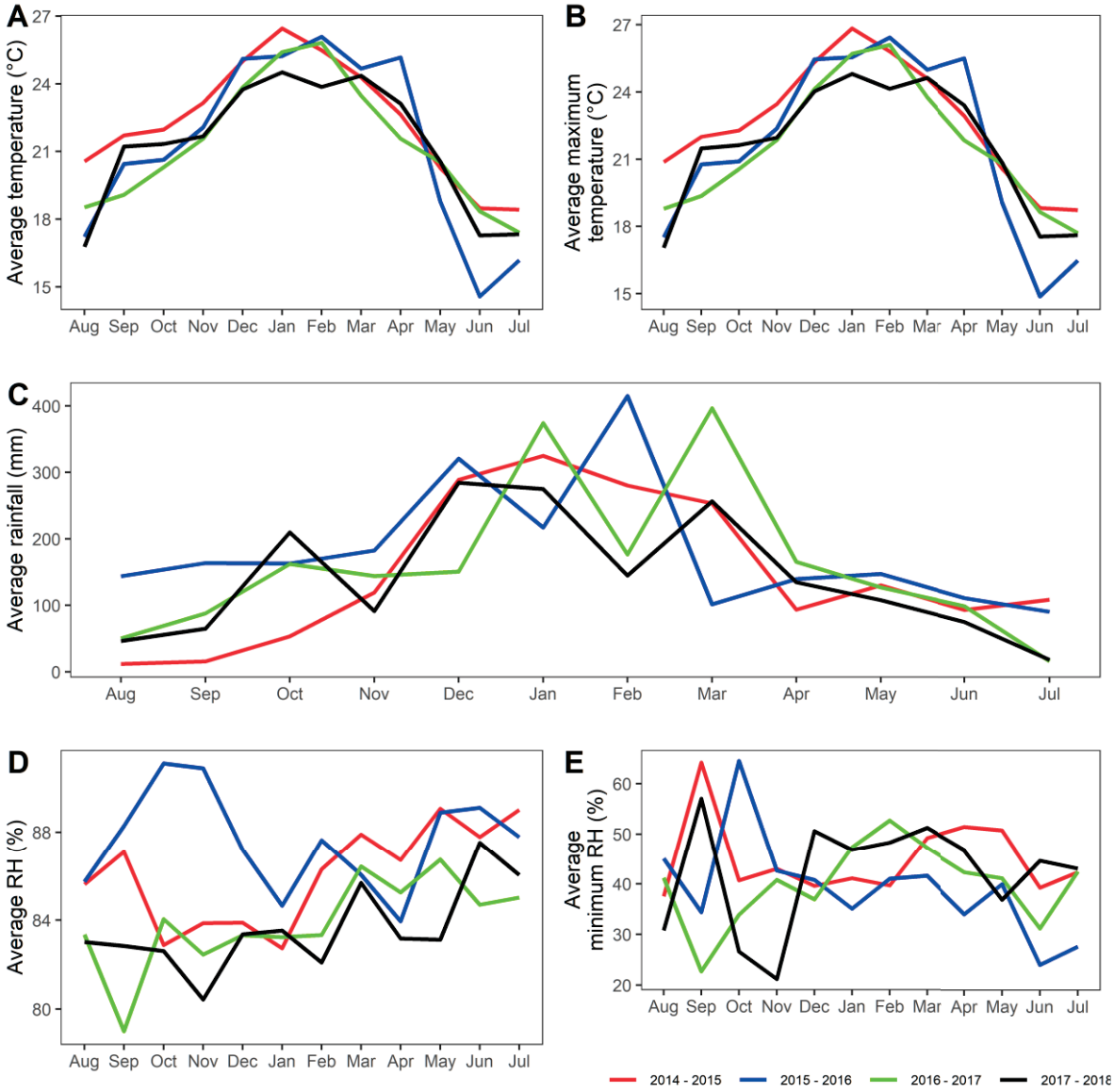
FONTE: O autor (2022).
LEGENDA: A – Distribuição de *Aedes albopictus* identificado a partir de ovos coletados em ovitrampas por mês de setembro/2017 a setembro/2018 em Morretes, Paraná; B – Distribuição de *Aedes aegypti* identificada a partir de ovos coletados em ovitrampas por mês de setembro/2017 a setembro/2018 em Morretes, Paraná. A concentração na direção do vetor indica a data média do pico de oviposição para cada espécie. Quanto mais longo o vetor, mais concentrada a oviposição em torno da data média do pico.

3.2 FATORES ABIÓTICOS

A temperatura média mensal durante o período de coleta variou de 17°C a 24,9°C, com a temperatura média mais alta de 24,9°C de dezembro de 2017 a abril de 2018. A umidade relativa média variou de 80% a 87%, com a menor nível experimentado em novembro de 2017 (80%) e os mais altos em maio, junho e julho de 2019 (87,5%). A precipitação total variou de 16 mm (julho de 2018) a 288 mm (dezembro de 2017). Os níveis de temperatura, umidade relativa e precipitação

durante o período de coleta foram semelhantes aos registrados nos três anos anteriores (HSD de Tukey; p > 0,05) (FIGURA 6). A umidade relativa média variou de 79% a 91% em relação aos anos anteriores, o que não difere significativamente do valor obtido durante o período de coleta. No entanto, a umidade relativa mínima apresentou padrões diferentes de 2014 a 2015 e de 2015 a 2016 (FIGURA 6E).

FIGURA 6 – Variação temporal das variáveis climáticas na região de Morretes, Paraná, Brasil.

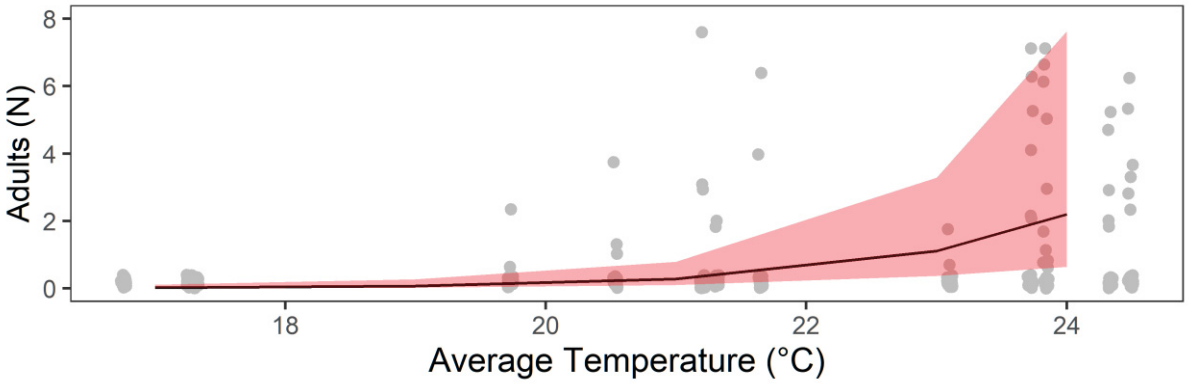


FONTE: O autor (2022).
LEGENDA: Variação temporal mensal da temperatura média (A), temperaturas máximas médias (B), precipitação média (C), umidade relativa média (D), umidade relativa mínima média (E) na região de Morretes, Paraná, Brasil. Apenas os períodos de 2014–2015 e 2015–2016 diferiram dos demais quanto à umidade relativa média mensal (teste de comparação post-hoc pareado; ver texto).

Das variáveis climáticas avaliadas, apenas a temperatura média teve influência positiva significativa no número de adultos eclodidos (LRT = 16,65; p < 0,001)

(FIGURA 7), com pequena variação no número total de adultos por armadilha (σ^2 = 3,56 ± 1,89) e ao longo dos meses (σ^2 = 1,07 ± 1,03). As espécies de *Aedes* apresentaram diferenças significativas no número total de adultos eclodidos por armadilha, apresentando números maiores para *Ae. albopictus* (ß = 0,51 ± 0,05; z = 9,38; p < 0,001).

FIGURA 7 – EFEITO DAS VARIÁVEIS CLIMÁTICAS SOBRE O NÚMERO DE *Aedes* COLETADOS EM OVITRAMPAS, MORRETES, PARANÁ, BRASIL.



FONTE: O autor (2022).

LEGENDA: Efeito da temperatura média (ß = 1,82 ± 0,42; z = 4,36; p < 0,001) no número de *Aedes* adultos eclodidos de ovos coletados em ovitrampas entre setembro de 2017 e setembro de 2018, Morretes, Paraná, Brasil. As áreas sombreadas são os intervalos de confiança de 95% e os pontos cinzas são os dados brutos.

4 DISCUSSÃO

Em nosso estudo, durante o período de amostragem, alguns casos autóctones de dengue foram registrados próximos a nossas armadilhas de coleta, o *Aedes albopictus* foi a única espécie identificada nos pontos de coleta 3 e 8, e ambas as espécies de *Aedes* foram observadas nos pontos de coleta 9, 10 e 18. O ponto de coleta 3 caracterizou-se por ser menos urbanizado, localizado próximo a rodovia de alto tráfego, enquanto os pontos de coleta 8, 9 e 10 estavam localizados na região central da cidade, próximo a áreas turísticas, ferrovias e áreas de maior circulação humana.

A introdução de *Ae. aegypti* na cidade de Morretes foi descrita pelo Laboratório de Entomologia do Município de Morretes da Regional de Saúde da SESA/PR em 2014 (MORRETES, 2014). *Aedes albopictus* já havia sido detectado na

borda da floresta em habitats rurais de Morretes (COSTA-RIBEIRO; SANTOS-NETO, 2001).

Casos autóctones de dengue foram notificados no litoral paranaense após a cidade de Paranaguá relatar a presença do *Ae. aegypti* em 2013 (PARANAGUÁ, 2014). Paranaguá registrou seu primeiro caso em 2014, e dois anos depois Antonina e Morretes. Outras cidades do litoral paranaense, como Guaraqueçaba, Matinhos, Pontal do Paraná e Guaratuba, também registraram casos de dengue em 2016 (FIGURA 4) (PARANÁ, 2022).

Nossos resultados mostraram que tanto *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* foram observados em uma área urbanizada na região central do município. A predominância de *Ae. albopictus*, encontrado em 61% das ovitrampas, pode ser explicado pelas características geográficas do município estar localizado na Mata Atlântica, tendo forte influência nessa área urbanizada. O *Ae. aegypti* costuma preferir ambientes mais urbanizados, o que explica os maiores números em áreas de alta influência antrópica com movimentação de grande número de pessoas.

Estudos recentes (SHRAGAI et al., 2019; WILSON-BAHUN et al., 2020; ALFSNES et al., 2021; DALPADADO et al., 2022) reforçam que o *Ae. albopictus* é encontrado principalmente em locais de oviposição natural (CONSOLI; LOURENÇO DE OLIVEIRA, 1994; BRAKS et al., 2003; PEREIRA-DOS-SANTOS et al., 2018) essa preferência não limita a espécie, pois há registro de sua presença em ambientes suburbanos e urbanos mais desenvolvidos, utilizando criadouros artificiais como recipientes de plástico e pneus (HONÓRIO et al., 2009b; LIMA-CAMARA et al., 2016; AYLLÓN et al., 2018; PEREIRA-DOS-SANTOS et al., 2018; DALPADADO et al., 2022). Ambas as espécies podem coexistir em criadouros artificiais em áreas florestais, mas que *Ae. albopictus* prevalece sobre *Ae. aegypti* nestas condições (CÂMARA et al., 2016; LOUNIBOS; JULIANO, 2018; WILSON-BAHUN et al., 2020).

A busca por *Ae. albopictus* em locais artificiais para postura de ovos pode estar correlacionado com o crescimento desordenado das áreas urbanas e a falta de manejo de resíduos, produzindo mudanças na paisagem (HONÓRIO et al., 2009b; LIMA-CAMARA, 2016; AYLLÓN et al., 2018; PEREIRA-DOS-SANTOS et al., 2018; DALPADADO et al., 2022) nas zonas de transição entre a floresta e a área urbana, o que facilita a dispersão de espécies de mosquitos antropofílicos para habitats previamente inadequados (JULIANO; LOUNIBOS, 2005; FERRAGUTI et al., 2016; AYLLÓN et al., 2018; FONSECA JÚNIOR et al., 2019; BARBOSA et al., 2020).

Desde sua chegada ao Brasil (FORATTINI, 1986), *Ae. albopictus* foi encontrado em 59% das cidades de diferentes regiões do país (BEZERRA et al., 2016; FERREIRA-DE-LIMA et al., 2020). Além disso, esta espécie vem ocupando gradativamente locais no meio urbano. Embora caracteristicamente comum em áreas com vegetação, também sobrevive em ambientes de transição com cobertura vegetal relativamente baixa e maior dispersão da população humana (BRAKS et al., 2003; HONÓRIO et al., 2009b; CÂMARA et al., 2016; LIMA-CAMARA et al., 2016; AYLLÓN et al., 2018). Estudos posteriores mostraram que ambos os padrões foram identificados no Brasil para este mosquito: *Ae. albopictus* foi encontrado coexistindo com *Ae. aegypti* na cidade de Recife, Brasil, em locais com características urbanas onde a população humana se expandiu e em áreas com maior cobertura vegetal (BARBOSA et al., 2020; MOURA et al., 2020).

A dispersão e domiciliação de *Ae. albopictus* em áreas densamente urbanizadas é uma preocupação, uma vez que o mosquito é um vetor competente para a transmissão de cepas de YFV (AYLLÓN et al., 2018), relacionadas a ambientes silvestres, seu sucesso está em sua capacidade de sobreviver em zonas de transição (LOURENÇO DE OLIVEIRA et al., 2003; COUTO-LIMA et al., 2017; AMRAOUI et al., 2018). Ao mesmo tempo, autores sugerem que a circulação do vírus pode estar ocorrendo entre mosquitos, atuando como uma possível ponte entre o selvagem e o ciclo urbano do vírus (LOURENÇO DE OLIVEIRA et al., 2003; COUTO-LIMA et al., 2017; AMRAOUI et al., 2018; MOURA et al., 2020; DALPADADO et al., 2022 e GABIANE et al., 2022).

Das variáveis climáticas, a temperatura apresentou a maior correlação significativa com as espécies coletadas. Houve também aumento da densidade de adultos durante os meses com temperaturas mais elevadas, como janeiro e fevereiro de 2018. Esse achado foi corroborado por um estudo realizado na cidade de Natal, Brasil, onde as altas temperaturas são constantes ao longo do ano, predispondo a região para aumento na infestação de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus*, entretanto, seu desenvolvimento pode ser prejudicado com excesso de precipitação e umidade relativa do ar (GU et al., 2016; CUSTÓDIO et al., 2019; MOURA et al., 2020).

A influência positiva da temperatura sobre *Ae. aegypti* também foi registrada na cidade de Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil (DA CRUZ FERREIRA et al., 2017). Estudo sobre a adaptação de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* apontou que o aumento da temperatura favorece a espécie e que temperaturas abaixo de 13°C são

letais para ambos (KRAMER et al., 2021). Custódio et al. (2019) demonstraram que temperaturas acima de 24°C em Campo Grande, Brasil, favoreceram o desenvolvimento e temperatura de aproximadamente 18°C impediu a reprodução de *Ae. albopictus*.

Embora *Ae. albopictus* não tenha sido identificado como vetor de arbovirose no Brasil, o monitoramento desse vetor é essencial, pois é abundante nesta região e sua competência vetorial foi comprovada em outros estudos (CÂMARA et al., 2016; CHOUIN-CARNEIRO et al., 2016). Uma amostra de *Ae. albopictus* infectada por DENV e ZIKV foi relatada no estado do Espírito Santo, mas mesmo com relevância epidemiológica, não foi possível identificar a origem da infecção (REZENDE et al., 2020). Vale ressaltar *que Ae. albopictus* é vetor DENV em vários países asiáticos (HAWLEY,1988; GRATZ, 2004; UNLU et al., 2021) países africanos (WILSON-BAHUN et al., 2020; ALFSNES et al., 2021), bem como em alguns países temperados como Espanha (MONGE et al., 2020; LAYCOCK et al., 2022), França e Itália (GRANDADAM et al., 2011; MARICONTI et al., 2019; BELLINI et al., 2020; BARZON et al., 2021).

Aedes albopictus foi a espécie predominante no município de Morretes até 2014. Os primeiros casos autóctones de DENV e a detecção de *Ae. aegypti* já havia sido relatado em Paranaguá neste período. Foi sugerido que a introdução de *Ae. aegypti* foi facilitado pela via principal que liga Antonina a Paranaguá e passa pela cidade de Morretes. O turismo, principal atividade econômica da cidade, também contribuiu para o fluxo de pessoas e meios de transporte (IPARDES, 2019).

Em conclusão, *Ae. albopictus* ainda é prevalente na cidade de Morretes. A temperatura média mensal teve correlação significativa com as espécies coletadas, bem como tiveram influências positivas significativas nas taxas de oviposição de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus*.

Considerando que o litoral paranaense tem registrado casos autóctones de infecção por arbovírus (PARANÁ, 2022), acompanhado principalmente pela chegada do *Ae. aegypti*, é de extrema importância entender a sazonalidade de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* nesta região. Além disso, novos estudos sobre a presença de *Ae. albopictus* em relação ao *Ae. aegypti* e a infecção natural por arbovírus em mosquitos seriam recomendadas nessas áreas.

REFERÊNCIAS

AGOSTINELLI, C.; LUND, U. **R Package Circular:** Circular Statistics (Version 0.4-7), 2013. San Luis Obispo, California, USA: CA: Department of Environmental Sciences, Informatics and Statistics, Ca' Foscari University, Venice, Italy; UL: Department of Statistics, California Polytechnic State University.

ALFSNES, K.; ELDHOLM, V.; GAUNT, M. W.; et al. Tracing and tracking the emergence, epidemiology and dispersal of dengue virus to Africa during the 20th century. **One Health**, v. 13, 2021.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; DE MORAES GONÇALVES, J. L.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013.

AMRAOUI, F.; PAIN, A.; PIORKOWSKI, G.; et al. Experimental Adaptation of the Yellow Fever Virus to the Mosquito *Aedes albopictus* and Potential risk of urban epidemics in Brazil, South America. **Scientific Reports**, v. 8, n. 1, 2018.

AYLLÓN, T.; CÂMARA, D. C. P.; MORONE, F. C.; et al. Dispersion and oviposition of *Aedes albopictus* in a Brazilian slum: Initial evidence of Asian tiger mosquito domiciliation in urban environments. **PLoS ONE**, v. 13, n. 4, 2018.

BARBOSA, R. M. R.; MELO-SANTOS, M. A. V. DE; SILVEIRA JR, J. C.; et al. Infestation of an endemic arbovirus area by sympatric populations of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in Brazil. **Mem. Inst. Oswaldo Cruz**, v. 115, 2020.

BARZON, L.; GOBBI, F.; CAPELLI, G.; et al. Autochthonous dengue outbreak in Italy 2020: clinical, virological and entomological findings. **Journal of Travel Medicine**, v. 28, n. 8, p. taab130, 2021.

BATES, D.; MAECHLER, M.; BOLKER, B.; WALKER, S. Lme4: Linear Mixed-Effects Models Using S4 Classes, 2014. Disponível em: http://lme4.r-forge.r-project.org/. Acesso em: 15 set. 2019.

BECK, H. E.; ZIMMERMANN, N. E.; MCVICAR, T. R.; et al. Present and future köppen-geiger climate classification maps at 1-km resolution. **Scientific Data**, v. 5, 2018.

BELLINI, R.; MICHAELAKIS, A.; PETRIĆ, D.; et al. Practical management plan for invasive mosquito species in Europe: I. Asian tiger mosquito (*Aedes albopictus*). **Travel Medicine and Infectious Disease**, v. 35, p. 101691, 2020.

BEZERRA, J. M. T.; ARAÚJO, R. G. P.; MELO, F. F.; et al. *Aedes (Stegomyia) albopictus*' dynamics influenced by spatiotemporal characteristics in a Brazilian dengue-endemic risk city. **Acta Tropica**, v. 164, p. 431–437, 2016.

BRAGA, I. A.; VALLE, D. *Aedes aegypti* - Histórico do controle no Brasil. **Epidemiol. Serv. Saúde**, v. 16, n. 2, p. 113–118, 2007.

BRAKS, M. A. H.; HONÓRIO, N. A.; LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, R.; JULIANO, S. A.; LOUNIBOS, L. P. Convergent Habitat Segregation of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in Southeastern Brazil and Florida. **J Med Entomol.**, v. 40, n. 6, p. 785–794, 2003.

CÂMARA, D. C. P.; CODEÇO, C. T.; JULIANO, S. A.; et al. Seasonal differences in density but similar competitive impact of *aedes albopictus* (Skuse) on *aedes aegypti* (L.) in Rio de Janeiro, Brazil. **PLoS One**, v. 11, n. 6, 2016.

CAVALCANTE, K. R. L. J.; TAUIL, P. L. Características epidemiológicas da febre amarela no Brasil, 2000-2012. **Epidemiol. Serv. Saúde**, v. 25, n. 1, p. 10–1, 2016.

CAVALCANTI, I. F. A.; DIAS, M. A. F.; JUSTI, M. G. A.; FERREIRA, N. J. **Tempo e Clima no Brasil**. 1º ed. São Paulo: Editora Oficina de Textos, 2019.

CHOUIN-CARNEIRO, T.; VEGA-RUA, A.; VAZEILLE, M.; et al. Differential Susceptibilities of Aedes aegypti and Aedes albopictus from the Americas to Zika Virus. **PLoS Negl Trop Dis**, v. 10, n. 3, 2016.

CONSOLI, R. A. G. B.; LOURENÇO DE OLIVEIRA, R. **Principais Mosquitos de Importância Sanitária no Brasil**. Rio de Janeiro, 1994.

CORE TEAM. R: A Language and Environment for Statistical Computing (Version 3.4.2). , 2018. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing.

COSTA-RIBEIRO, M. C. V. DA; SANTOS-NETO, L. G. DOS. Primeiro registro de *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Skuse) (Diptera, Culicidae) em Morretes, planície litorânea do Estado do Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 18, n. supl. 1, p. 347–348, 2001.

COUTO-LIMA, D.; MADEC, Y.; BERSOT, M. I.; et al. Potential risk of re-emergence of urban transmission of Yellow Fever virus in Brazil facilitated by competent *Aedes* populations. **Scientific Reports**, v. 7, n. 1, p. 4848, 2017

DA CRUZ FERREIRA, D. A.; DEGENER, C. M.; DE ALMEIDA MARQUES-TOLEDO, C.; et al. Meteorological variables and mosquito monitoring are good predictors for infestation trends of *Aedes aegypti*, the vector of dengue, chikungunya and Zika. **Parasites & Vectors**, v. 10, n. 1, p. 1–11, 2017.

CUSTÓDIO, J. M. DE O.; NOGUEIRA, L. M. S.; SOUZA, D. A.; et al. Abiotic factors and population dynamic of *aedes aegypti* and *aedes albopictus* in an endemic area of dengue in Brazil. **Rev. Inst. Med. trop. S. Paulo**, v. 61, 2019.

DALPADADO, R.; AMARASINGHE, D.; GUNATHILAKA, N.; ARIYARATHNA, N. Bionomic aspects of dengue vectors *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* at domestic settings in urban, suburban and rural areas in Gampaha District, Western Province of Sri Lanka. **Parasites & Vectors**, v. 15, n. 1, p. 148, 2022.

ESRI. Environmental Systems Research Institute. **Spatial Analysis and Data Science- ArcGis 10.5**, 2017.

FAY, R.; ELIASON, D. A. A preferred oviposition site as a surveillance method for *Aedes aegypti*. **Mosquito News**, v. 26, n. 4, p. 531–535, 1966.

FERRAGUTI, M.; MARTÍNEZ-DE LA PUENTE, J.; ROIZ, D.; et al. Effects of landscape anthropization on mosquito community composition and abundance. **Scientific Reports**, v. 6, n. 1, p. 29002, 2016.

FERREIRA-DE-LIMA, V. H.; CÂMARA, D. C. P.; HONÓRIO, N. A.; LIMA-CAMARA, T. N. The Asian tiger mosquito in Brazil: Observations on biology and ecological interactions since its first detection in 1986. **Acta Tropica**, n. 205, p.105386, 2020.

FONSECA JÚNIOR, D. P. DA; SERPA, L. L. N.; BARBOSA, G. L.; et al. Vectors of arboviruses in the state of São Paulo: 30 years of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*. **Rev. Saúde Pública**, v. 53, p. 84, 2019.

FORATTINI, O. P. Identificação de *Aedes (Stegomyia) Albopictus* (Skuse) no Brasil. **Rev. Saúde Pública**, v. 20, n. 3, p. 244–245, 1986.

FORATTINI, O. P. **Culicidologia Médica:** Identificação, Biologia, Epidemiologia. 1ª ed. São Paulo, 2002.

FRITZSONS, E.; MANTOVANI, L. E.; WREGE, M. S.; CHAVES NETO, A. Análise da pluviometria para definição de zonas homogêneas no estado do Paraná. **Raega - O Espaço Geográfico em Análise**, v. 23, p. 555–572, 2011.

GABIANE, G.; YEN, P. S.; FAILLOUX, A. B. *Aedes* mosquitoes in the emerging threat of urban yellow fever transmission. **Reviews in Medical Virology**, v. 32, n. 4, p. e2333, 2022.

GRANDADAM, M.; CARO, V.; PLUMET, S.; et al. Chikungunya virus, Southeastern France. **Emerg Infect Dis**, v. 17, n. 5, p. 910–913, 2011.

GRATZ, N. G. Critical review of the vector status of *Aedes albopictus*. **Medical and Veterinary Entomology**, v. 18, n. 3, p. 215–227, 2004.

GU, H.; LEUNG, R. K. K.; JING, Q.; et al. Meteorological factors for dengue fever control and prevention in South China. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 13, n. 9, 2016.

HAWLEY, W. A. The biology of *Aedes albopictus*. **J Am Mosq Control Assoc. Supplement**, v. 1, p. 1–39, 1988.

HEINISCH, M. R. S.; DIAZ-QUIJANO, F. A.; CHIARAVALLOTI-NETO, F.; et al. 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.

HONÓRIO, N. A.; CÂMARA, D. C. P.; CALVET, G. A.; BRASIL, P. Chikungunya: An arbovirus infection in the process of establishment and expansion in Brazil. **Cad. Saúde Pública** , v. 31, n.5, p. 906-908, 2015.

HONÓRIO, N. A.; CASTRO, M. G.; BARROS, F. S. M. DE; MAGALHÃES, M. DE A. F. M.; SABROZA, P. C. The spatial distribution of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in a transition zone, Rio de Janeiro, Brazil. **Cad. Saúde Pública** , v. 25, n. 6, p. 1203–1214, 2009.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Dados gerais sobre Morretes**. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/morretes/panorama. Acesso em: 6 set. 2019.

IPARDES. Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. **Caderno Estatístico Município de Morretes**. 2019.

JULIANO, S. A.; LOUNIBOS, L. P. Ecology of invasive mosquitoes: effects on resident species and on human health. **Ecology Letters**, v. 8, n. 5, p. 558–574, 2005.

KÖPPEN, W. G.; GEIGER, R. M. Das geographische System der Klimate. **Handbuch der Klimatologie**, v. 1, p. 1–44, 1936.

KRAEMER, M. U. G.; REINER, R. C.; BRADY, O. J.; et al. Past and future spread of the arbovirus vectors *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*. **Nature Microbiology**, v. 4, n. 5, p. 854–863, 2019.

KRAMER, I. M.; PFEIFFER, M.; STEFFENS, O.; et al. The ecophysiological plasticity of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* concerning overwintering in cooler ecoregions is driven by local climate and acclimation capacity. **Science of the Total Environment**, v. 778, 2021.

LAYCOCK, T.; UREÑA PANIEGO, C.; JAVIER, J. The threat of mosquito-borne arboviral disease in Spain: A bibliographic review. **Medicina Clínica (English Edition)**, v. 158, n. 8, p. 378–386, 2022.

LETA, S.; BEYENE, T. J.; DE CLERCQ, E. M.; et al. Global risk mapping for major diseases transmitted by *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*. **International Journal of Infectious Diseases**, v. 67, p. 25–35, 2018.

LIMA-CAMARA, T. N. Emerging arboviruses and public health challenges in Brazil. **Revista de Saude Publica**, v. 50, 2016.

LIMA-CAMARA, T. N.; URBINATTI, P. R.; CHIARAVALLOTI-NETO, F. Finding *Aedes aegypti* in a natural breeding site in an urban zone, Sao Paulo, Southeastern Brazil. **Rev. Saúde Pública**, v. 50, 2016.

LOPES, J.; SILVA, M. A. N. DA; BORSATO, A. M.; OLIVEIRA, V. D. R. B. DE; OLIVEIRA, F. J. DE A. *Aedes (Stegomyia) aegypti* L. e a culicideofauna associada em área urbana da região sul, Brasil. **Rev. Saúde Pública**, v. 27, n. 5, p. 326–333, 1993.

LOUNIBOS, L. P.; JULIANO, S. A. Where vectors collide: the importance of mechanisms shaping the realized niche for modeling ranges of invasive *Aedes* mosquitoes. **Biological Invasions**, v. 20, n. 8, p. 1913–1929, 2018.

LOURENÇO DE OLIVEIRA, R.; VAZEILLE, M.; DE FILIPPIS, A. M. B.; FAILLOUX, A.-B. Large genetic differentiation and low variation in vector competence for dengue and yellow fever viruses of *Aedes albopictus* from Brazil, the United States, and the Cayman Islands. **Am J Trop Med Hyg.**, v. 69, n. 1, p. 105–14, 2003.

MARICONTI, M.; OBADIA, T.; MOUSSON, L.; et al. Estimating the risk of arbovirus transmission in Southern Europe using vector competence data. **Scientific Reports**, v. 9, n. 1, p. 17852, 2019.

MONGE, S.; GARCÍA-ORTÚZAR, V.; LÓPEZ HERNÁNDEZ, B.; et al. Characterization of the first autochthonous dengue outbreak in Spain (August–September 2018). **Acta Tropica**, v. 205, 2020.

MORRETES. Secretaria de Municipal da Saúde. Comunicando a Identificação de Larvas do Mosquito *Aedes Aegypti* no Município de Morretes. **Nota Nº18/2014**. Paranaguá, 2014.

MOURA, M. C. B. DE M.; DE OLIVEIRA, J. V.; PEDREIRA, R. M.; et al. Spatio-temporal dynamics of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* oviposition in an urban area of northeastern Brazil. **Trop Med Int Health.**, v. 25, n. 12, p. 1510–1521, 2020.

NITSCHE, P. R.; CARAMORI, P. H.; RICCE, W. DA S.; PINTO, L. F. D. **Atlas Climático do Estado do Paraná**. Londrina/ PR: Instituto Agronômico do Paraná, 2019.

NSOESIE, E. O.; KRAEMER, M. U.; GOLDING, N.; et al. Global distribution and environmental suitability for chikungunya virus, 1952 to 2015. **Euro surveil**, v. 21, n. 20, 2016.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Saúde do Paraná (SESA). **Boletim Epidemiológico Dengue:** Combate à Dengue. Disponível em: https://www.dengue.pr.gov.br/Pagina/Boletins-da-Dengue. Acesso em: 11 jun. 2022.

PARANAGUÁ. Prefeitura Municipal de Paranaguá. **Plano Municipal de Contingência da dengue**. Paranaguá , 2014.

PEREIRA-DOS-SANTOS, T.; ROIZ, D.; SANTOS DE ABREU, F. V.; et al. Potential of *Aedes albopictus* as a bridge vector for enzootic pathogens at the urban-forest interface in Brazil. **Emerg Microbes Infect.** , v. 7, n. 1, 2018.

REY, J. R.; LOUNIBOS, P. Ecología de *Aedes aegypti* y *Aedes albopictus* en América y transmisión enfermedades. **Biomedica**, v. 35, n. 2, p. 177–185, 2015.

REZENDE, H. R.; ROMANO, C. M.; CLARO, I. M.; et al. First report of *Aedes albopictus* infected by Dengue and Zika virus in a rural outbreak in Brazil. **PLoS One**, v. 15, n. 3, 2020.

RUSSELL, V. L.; BUERKNER, P.; HERVE, M.; et al. **V Package 'Emmeans' R Topics Documented**, 2021.

SHRAGAI, T.; HARRINGTON, L.; ALFONSO-PARRA, C.; AVILA, F. Oviposition site attraction of *Aedes albopictus* to sites with conspecific and heterospecific larvae during an ongoing invasion in Medellín, Colombia. **Parasites & Vectors**, v. 12, n. 1, p. 455, 2019.

SIGNORELLI, M.; SPITALI, P.; TSONAKA, R. Poisson–Tweedie mixed-effects model: A flexible approach for the analysis of longitudinal RNA-seq data. **Statistical Modelling**, v. 21, n. 6, p. 520–545, 2021.

SILVA, A. M. DA; NUNES, V.; LOPES, J. Culicídeos associados a entrenós de bambu e bromélias, com ênfase em *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Diptera, Culicidae) na Mata Atlântica, Paraná, Brasil. **Iheringia.** Série Zoologia, v. 94, n. 1, p. 63–66, 2004.

SIMEPAR. Sistema de Tecnologia e Monitoramento Ambiental do Paraná. **Dados das Estações Meteorológicas do Simepar no Paraná**. Disponível em: http://www.simepar.br. Acesso em: 31dez. 2021.

UNLU, I.; FARAJI, A.; INDELICATO, N.; MCNELLY, J. R. Do tigers hunt during the day? Diel activity of the Asian tiger mosquito, aedes albopictus (Diptera: Culicidae), in urban and suburban habitats of north America. **PLoS Negl Trop Dis**, v. 15, n. 8, 2021.

VALLE, D.; AGUIAR, R.; PIMENTA, D. N.; FERREIRA, V. **Aedes de A a Z**. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2021.

VALLE, D.; CODEÇO, C. T.; LIMA, A. W. DA S.; et al. **NOTA TÉCNICA N.º 3:2014:IOC -** Avaliação de armadilhas para a vigilância entomológica de *Aedes aegypti* com vistas à elaboração de novos índices de infestação. Fiocruz: Diretoria, v. 1, n. 3, p. 1–7, 2014.

VANHONI, F.; MENDONÇA, F. O Clima do Litoral do Estado do Paraná. **Rev. Brasil. Climatologia**, v. 3, p. 1–15, 2008.

WICKHAM, H. **Package 'ggplot2'.** Create elegant data visualisations using the grammar of graphics, Cham, Switzerland. 2016.

WILKE, C. **Cowplot**: Streamlined Plot Theme and Plot Annotations for "Ggplot2". , 2017.

WILSON-BAHUN, T. A.; KAMGANG, B.; LENGA, A.; WONDJI, C. S. Larval ecology and infestation indices of two major arbovirus vectors, *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae), in Brazzaville, the capital city of the Republic of the Congo. **Parasites & Vectors**, v. 13, n. 1, p. 492, 2020.

WREGE, M. S.; STEINMETZ, S.; JÚNIOR, C. R.; ALMEIDA, I. R. DE. **Atlas climático da região Sul do Brasil:** Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Brasília: Embrapa, 2012.

ZARA, A. L. DE S. A.; SANTOS, S. M. DOS; FERNANDES-OLIVEIRA, E. S.; CARVALHO, R. G.; COELHO, G. E. Estratégias de controle do *Aedes aegypti*: uma revisão. **Epidemiol. Serv. Saúde**, v. 25, n. 2, p. 1–2, 2016

CAPÍTULO 4 – INVESTIGAÇÃO DE TRANSMISSÃO TRANSOVARIANA EM POPULAÇÕES NATURAIS *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* NOS MUNICÍPIOS DE ANTONINA, MORRETES E PARANAGUÁ, ESTADO DO PARANÁ, BRASIL

RESUMO

Aedes (*Stegomyia*) *aegypti* (Linnaeus) e *Aedes* (*Stegomyia*) *albopictus* (Skuse) (Diptera: Culicidae) são considerados os mais importantes vetores de arboviroses do mundo. *Aedes aegypti* é o vetor primário da dengue, Chikungunya, febre amarela urbana, Zika e, *Ae. albopictus* é considerado vetor potencial, no Brasil. Os municípios do litoral do Paraná, Antonina, Morretes e Paranaguá registraram a presença de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* e casos autóctones de dengue, Zika e Chikungunya, sobretudo em Paranaguá. Desta forma, avaliou-se a transmissão transovariana dos arbovírus DENV, ZIKV, CHIKV e/ou YFV em populações do campo de *Ae. albopictus* e *Ae. aegypti* nos municípios de Antonina, Morretes e Paranaguá. Para isso, foram instaladas armadilhas Adultrap® e Ovitrampas, obedecendo a distância em média de 191,64 metros entre elas, e perfazendo 34 pontos ao longo de um transecto no município de Antonina, 23 pontos ao longo de um transecto em Morretes e 15 pontos em Paranaguá (Ilha dos Valadares). As armadilhas foram encaminhadas para o Laboratório de Parasitologia Molecular da Universidade Federal do Paraná, onde os mosquitos adultos, obtidos de ambas as armadilhas foram triados (sexo, espécie, mês, ponto e armadilha) e separados em *pools* de 1 a 10 espécimes para extração de RNA e realização de RT-PCR para o gene de β-actina (controle endógeno) e *Flavivirus*. Foram obtidos 1116 pools de mosquitos para análise, destes, 35 *pools* foram positivos em gel de agarose para *Flavivírus*, e posteriormente, sequenciados. No entanto apenas dois *pools* de *Ae. albopictus* apresenteram sequência compatível com DENV, um proveniente de ovitrampa da cidade de Antonina e outro de Morretes, sinalizando a ocorrência de transmissão vertical/transovariana natural deste arbovírus por essa espécie. Diante deste contexto, é relevante que mais investigações sejam realizadas com populações de campo, sobre transmissão vertical/transovariana, a fim de fornecer subsídios para as propostas de intervenções de controle dos mosquitos e predição de surtos.

Palavras-chave: *Aedes*; Infecções por Arbovírus; Transmissão Vertical; Infecções Transmitidas por Vetores.

ABSTRACT

Aedes (*Stegomyia*) *aegypti* (Linnaeus) and *Aedes* (*Stegomyia*) *albopictus* (Skuse) (Diptera: Culicidae) are considered the most important vectors of arboviruses in the world. *Ae. aegypti* is the primary vector of dengue, Chikungunya, urban yellow fever, Zika in Brazil, and Ae. albopictus is considered a potential vector. The municipalities on the coast of Paraná, Antonina, Morretes and Paranaguá recorded the presence of Ae. aegypti and Ae. albopictus and autochthonous cases of dengue, Zika and Chikungunya, especially in Paranaguá. In this way, the transovarian transmission of DENV, ZIKV, CHIKV and/or YFV arboviruses in populations of the field of Ae. albopictus and Ae. aegypti in the municipalities of Antonina, Morretes and Paranaguá. For this, Adultrap® and Ovitraps traps were installed, keeping an average distance of 191.64 meters between them, and totaling 34 points along a transect in the municipality of Antonina, 23 points along a transect in Morretes and 15 points in Paranaguá (Valadares Island). The traps were sent to the Laboratory of Molecular Parasitology at the Federal University of Paraná, where the adult mosquitoes obtained from both traps were sorted (sex, species, month, point and trap) and separated into pools of 1 to 10 specimens for extraction. RNA and performing RT-PCR for the β-actin gene (endogenous control), *Flavivirus*. Were obtained 1116 pools of mosquitoes for analysis, of these, 35 pools were positive in agarose gel for Flaviviruses, being sequenced, however only two pools of *Ae. albopictus* show sequences compatible with DENV, one from an ovitrap from the city of Antonina and another from Morretes, signaling the occurrence of natural vertical/transovarial transmission of this arbovirus by this vector. Given this context, it is relevant that more investigations be carried out with field populations, on vertical/transovarian transmission, in order to provide subsidies for proposals for interventions to control mosquitoes and outbreak prediction.

Keywords: *Aedes*; Arbovirus infections; Vertical Transmission; Vector-Borne Infections.

1. INTRODUÇÃO

Aedes aegypti e Aedes albopictus são considerados os principais transmissores das arboviroses Chikungunya, dengue e Zika no mundo (GUBLER, 2009; HONÓRIO et al., 2020; PEREIRA-DOS-SANTOS et al., 2020). Dessas arboviroses a dengue teve seu primeiro registro numa enciclopédia médica chinesa entre os anos 265-420 D. C. como a doença "veneno da água" trazida por insetos voadores (NOBUCHI, 1979; GUBLER, 1998). No Brasil esta doença foi descrita em 1846, no Rio de Janeiro, Bahia, Pernambuco e em províncias da região Norte (MARZOCHI et al., 1998).

O vírus da Chikungunya (CHIKV) ficou conhecido no Quênia em 2004 e na Ilha de Reunião em 2005 a 2006, causando surtos de febre Chikungunya (JOSSERAN et al., 2006; CHRETIEN et al., 2007; WEAVER, 2014). Nas Américas esta doença foi notificada pela primeira vez no Caribe em 2013, chegando ao Brasil em 2014 (LANCIOTTI; VALADERE, 2014; LEPARC-GOFFART et al., 2014; HONÓRIO et al., 2015). O ZIKV teve seu relato de uma linhagem na Micronésia, África em 2007 (CAO-LORMEAU et al., 2014) e na Polinésia Francesa, Ásia em 2013 e no Brasil em 2015 (CAMPOS et al., 2015).

No Brasil as arboviroses Chikungunya, dengue e Zika são endêmicas (BRASIL, 2022). O país possui condições ecológicas ideais que sustentam a disseminação desses arbovírus, como centros urbanos populosos e periurbanos com fluxo intenso de pessoas, ambos infestados pelo *Ae. aegypti* considerado o principal vetor e pelo *Ae. albopictus* vetor potencial (CRUZ et al., 2015; CÂMARA et al., 2022).

No Brasil, Ayllón et al. (2017) identificaram a presença do vírus da Zika (ZIKV) em mosquitos antes da notificação do primeiro caso da doença em humanos no Rio de Janeiro. Costa et al. (2018) identificaram a presença de CHIKV e ZIKV em ovos de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* em Itacoatiara, uma cidade de médio porte no Estado do Amazonas. Apesar de nesta localidade ter ocorrido surto de Zika, nenhum caso de Chikungunya tinha sido notificado, o que reflete importância de vigilância entomológica e prévia aos surtos e epidemias em humanos. Além disso, outros estudos refletem a importância da transmissão transovariana, uma vez que os mosquitos podem ser reservatórios, mantendo os vírus na natureza em períodos interepidêmicos (ESPINOSA et al., 2014; CECÍLIO et al., 2015; EDILLO et al., 2015;

COSTA et al., 2018; MEDEIROS et al., 2018). Trabalhos como os de Lourenço de Oliveira et al. (2003), Cecílio et al. (2015), Edillo et al. (2015), Smartt et al. (2017), Honório et al. (2018b), Fernandes et al. (2020), Rezende et al. (2020) e Vega-Rua et al. (2020) demonstraram que a transmissão transovariana pode ocorrer para CHIKV, DENV, ZIKV e também para o vírus da febre amarela (YFV).

A prevenção das infecções causadas por CHIKV, DENV e ZIKV ainda é um desafio focado no controle do vetor. O monitoramento de infecção natural é essencial e necessário para obtenção de novos dados acerca da entrada, dispersão e transmissão transovariana desses arbovírus em *Ae. aegypti*, indubitavelmente, mas também em *Ae. albopictus*. Em 2016, a Secretaria de Estado da Saúde do Paraná (SESA/PR) reportou a primeira grande epidemia de dengue e transmissão de Chikungunya e Zika no litoral do Paraná, principalmente em Paranaguá (PARANÁ, 2022). Nesse sentido, foi avaliada a transmissão transovariana de arbovírus DENV, ZIKV, CHIKV e/ou YFV em populações naturais de *Ae. albopictus* e *Ae. aegypti* nos municípios de Antonina, Morretes e Paranaguá, municípios acometidos pela epidemia do DENV em 2016.

2. METODOLOGIA

2.1 ÁREA DE ESTUDO

As coletas de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* foram realizadas nos municípios Antonina, Morretes e Paranaguá, no litoral do Estado do Paraná. Dados demográficos indicam que Antonina tem 18.949, Morretes 16.446 e Paranaguá com 156.174 habitantes. Considerando os três municípios, os mesmos possuem população de 191.569 pessoas (IBGE, 2018) e fazem parte da 1ª Regional de saúde do Estado do Paraná (Figura 1). Situam-se em uma planície a 24º30`S e 26º00`S de latitude e longitudes 48º00`W e 49º00`W. Estas cidades apresentam área de 2.382.100 quilômetros quadrados (IPARDES, 2019; IBGE, 2022) e clima subtropical úmido. Durante o ano apresenta reduzida amplitude térmica provavelmente pela influência da corrente marítima quente do Brasil que provoca elevação da umidade ar (CAVALCANTI et al., 2009) com precipitação média entre 2.000 mm a 2.200 mm por

ano. Os padrões pluviométricos são irregulares no verão e mais constantes na primavera (VANHONI; MENDONÇA, 2008; SIMEPAR, 2018). A temperatura, por outro lado, é homogênea ao longo do ano, com médias máximas acima de 22ºC nos meses mais quentes e abaixo de 18ºC nos períodos mais frios (VANHONI; MENDONÇA, 2008).

Os municípios Paranaguá e Antonina são os principais portos ao longo do litoral do Estado do Paraná, Brasil. Todas as cargas que saem destes portos passam por Morretes, importante cidade turística da região.

FIGURA 1 – Municípios litoral do Estado do Paraná.

FONTE: Adaptado de Souza et al. (2022).
LEGENDA: Em cinza destacado os municípios que participaram do estudo.

2.2 AMOSTRAGEM

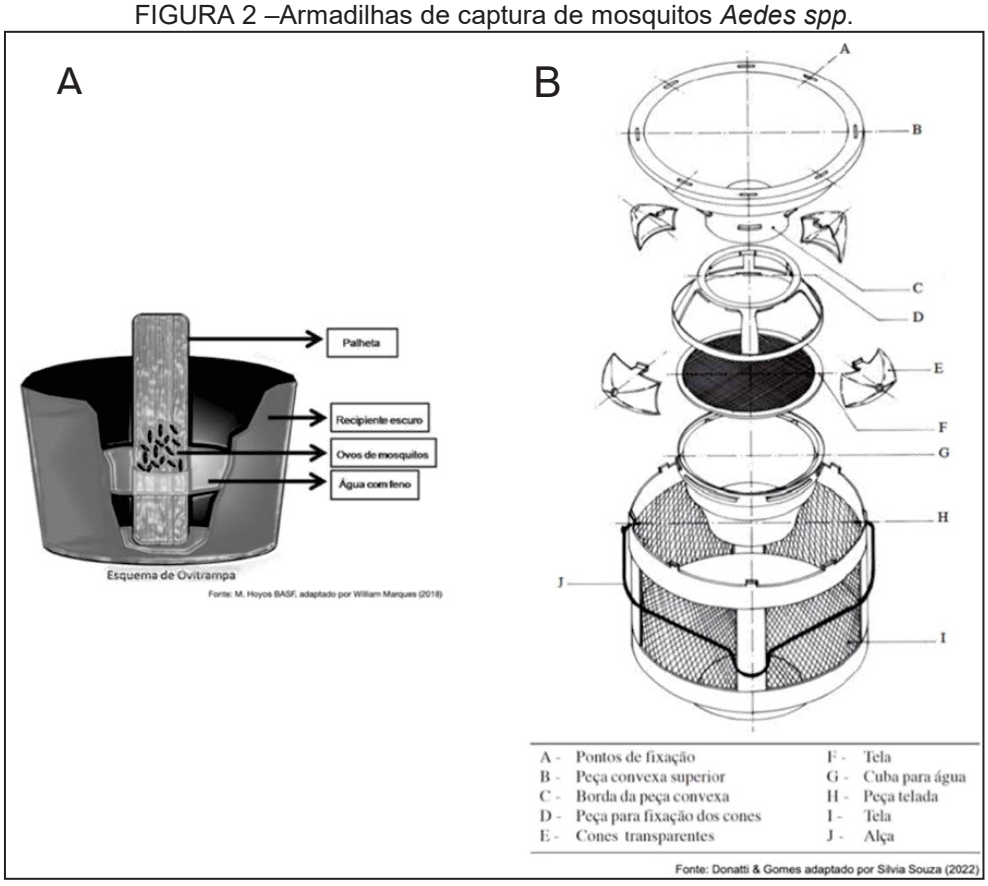
Foram preconizadas coletas mensais *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus*, de setembro de 2017 a setembro de 2018, nos municípios de Antonina, Morretes e Paranaguá, litoral do Estado do Paraná. Os pontos de coleta obedeceram a distância média de 191,64 metros, tendo sido amostrados 34 pontos ao longo de um transecto no município de Antonina, 23 pontos ao longo de um transecto que percorre o

município de Morretes, e 15 pontos em Paranaguá (Ilha dos Valadares) nos locais onde a presença do mosquito já era conhecida pelos agentes de endemias.

Para a realização das coletas de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictu*s foram utilizados dois tipos de armadilhas: a) ovitrampas Fay e Eliason (1966) para coleta dos ovos e, b) adultrap, Donatti e Gomes (2007) para coleta de adultos. Ambas as armadilhas foram instaladas no mesmo dia, contudo, o tempo de permanência, foi de sete dias para as adultraps, e quatro dias para ovitrampas. As ovitrampas ficaram no campo por menos dias, a fim de evitar a eclosão dos ovos antes de serem conduzidos para o laboratório. Foram instaladas adultraps e das ovitrampas nos municípios de Antonina e Morretes e, somente ovitrampas no município de Paranaguá.

As ovitrampas são constituídas por um recipiente preto com capacidade para 500 ml de água tipo, com pás Eucatex® fixadas por clipes, que permitem a oviposição (FAY; ELIASON, 1966). As adultraps possuem forma cilíndrica, escura, com três repartições, uma exerce a função de isca para o mosquito, a outra para entrada deste e a última para retê-lo no interior da armadilha (DONATTI; GOMES, 2007) (Figura 2).

FIGURA 2 –Armadilhas de captura de mosquitos *Aedes spp*.



FONTE: A – M. Hoyos BASF, adaptado por Willian Marques (2018); B – Donatti; Gomes adaptado por Autor (2022)

LEGENDA: Peças que compõem as armadilhas: A –Ovitrampa e B – Adultrap para captura de *Aedes spp*.

As armadilhas ovitrampa foram instaladas durante quatro dias consecutivos, por treze meses, e as adultraps durante sete dias consecutivos, por treze meses, gerando um esforço amostral mensal de 16.488 horas de captura para ambas. Após cada coleta, tanto as adultraps como as palhetas das ovitrampas, foram transportadas para o Laboratório de Parasitologia Molecular da Universidade Federal do Paraná (UFPR).

As palhetas provenientes de cada ovitrampa, antes de serem colocadas para eclodir os ovos, foram analisadas e identificadas em estereomicroscópio quanto à presença, e quantidade de ovos, além da verificação dos ovos eclodidos e não eclodidos. Subsequentemente, as palhetas eram depositadas em recipientes (300 ml) contendo água destilada e ração de peixe e de gato trituradas, mantidas em estufa a 27°C por 48h. As larvas provenientes dos ovos destas palhetas permaneciam nos recipientes, os quais, eram limpos, trocados água e alimento diariamente a cada 24h. Assim que as larvas chegavam à fase de pupa, eram separadas em recipientes contendo somente água destilada e colocadas dentro de potes vedados com *voil*, para a obtenção dos adultos. Os mosquitos adultos, obtidos de ambas as armadilhas foram identificados quanto ao sexo, espécie, ponto de coleta e, congelados a -80°C em *pools* de 1-10 indivíduos, para análises posteriores (Figura 4).

As adultraps, após chegarem no laboratório, eram analisadas individualmente para presença ou não do mosquito, colocada no freezer por aproximadamente cinco minutos para a coleta dos adultos e, desmontadas no mesmo dia.

2.3 EXTRAÇÃO E DETECÇÃO VIRAL

Para a extração do RNA dos mosquitos, *pools* de até 10 mosquitos (CEVALLOS et al., 2018) acondicionados em microtubo tipo Eppendorf de 2000µl, receberam esferas de metal autoclavadas previamente com Dicarbonato de dietila (DEPC) e 500µl de PBS (Phosphate-buffered Saline) [1X] RNAse/DNAse *Free* com estreptomicina e anfotericina B.

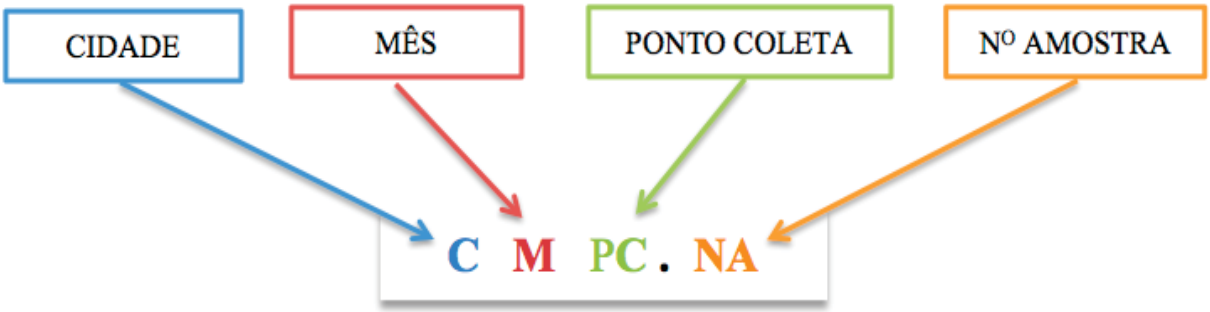
Estes foram agitados à 25 hertz/segundo por três minutos no disruptor de amostras TissueLyser®. A amostra foi aliquotada em duas partes: a primeira em 360 ul que foi conservada a -80°C (solução estoque) e, a segunda (solução de uso) em 140 µl para extração do RNA, segundo protocolo do fabricante QIAmp viral RNA mini

kit. Após a extração do RNA a amostra era armazenada à -80ºC. Na sequência, foi realizado o cDNA de cada amostra.

Para realização de PCR (Reação em cadeia pela polimerase) de β-actina como controle endógeno, a fim de confirmar o sucesso da extração do RNA, utilizou-se 0,5µl do cDNA obtido. As amostras positivas para *β*-actina foram amplificadas conforme descrito por Lanciotti et al. (1992) para detecção de *Flavivirus* (SÁNCHEZ-SECO et al., 2005) e *Alphavirus* (PFEFFER et al., 1997), ZIKV (FAYE et al., 2008) e/ou Chikungunya (PASTORINO et al., 2005).

Os *pools* extraídos receberam identificação padronizada para acondicionamento e controle das amostras (Figura 3).

FIGURA 3 - PADRONIZAÇÃO PARA IDENTIFICAÇÃO DAS AMOSTRAS



FONTE: O autor (2022).

2.4 ELETROFORESE

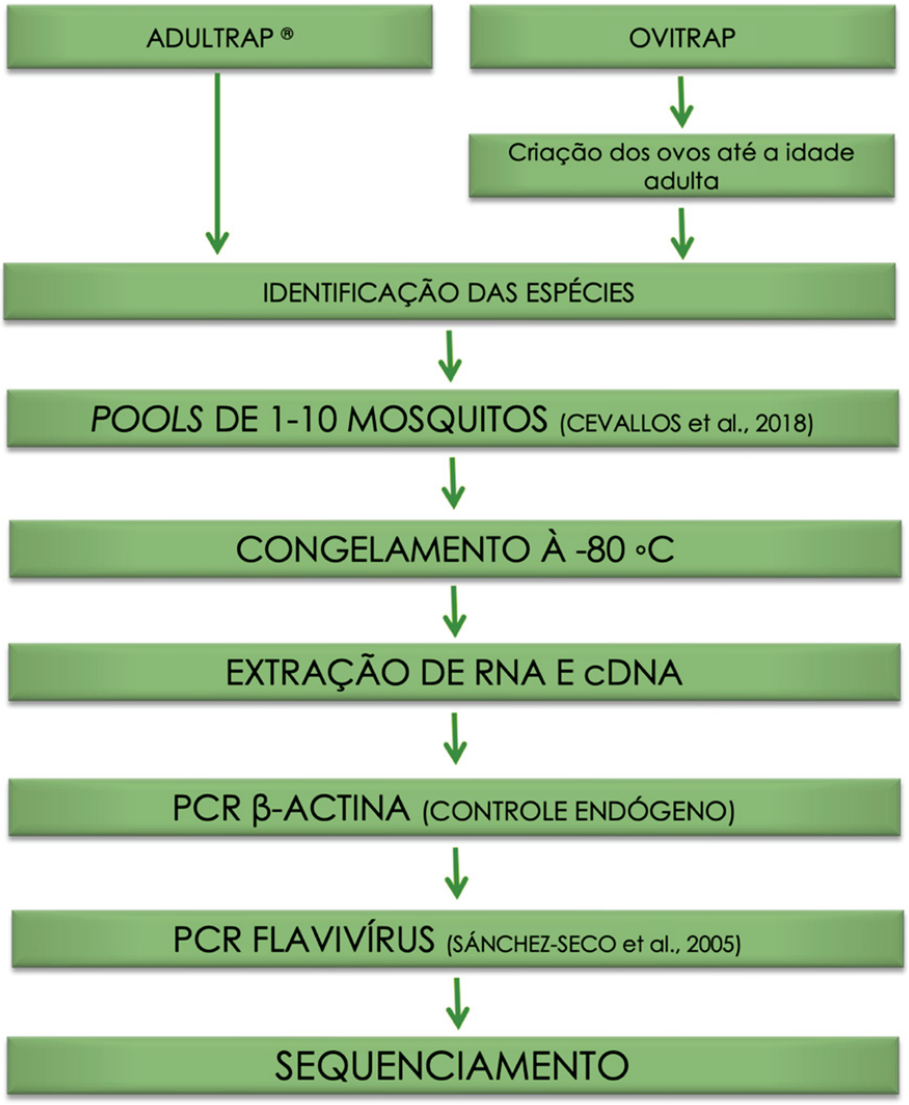
O produto de PCR foi submetido a técnica de eletroforese (DE OLIVEIRA et al., 2015), utilizando gel de agarose a 1%, corado posteriormente, por imersão de 20 minutos em brometo de etídio (EtBr). Após, o produto de PCR foi visualizado em transiluminador de luz ultravioleta, a fim de verificar a detecção das bandas de *β*-actina: 650pb; *Alphavirus*: 310pb e *Flavivirus*:143pb.

2.5 SEQUENCIAMENTO

O produto de PCR foi purificado com Exonuclease I (20 U/µL) e *FastAP Thermosensitive Alkaline Phosphatase* (1U/µL)® conforme recomendação do fabricante, para realização da reação de sequenciamento. Após foi submetido a

precipitação por acetato de amônio e posteriormente ao sequenciador automático *Applied Biosystems*® 3500 (PAIVA et al., 2007). As sequências *forward* e *reverse* obtidas foram editadas no programa Mega X (STECHER et al., 2020), para obtenção da fita consenso. Após a edição, as sequências foram correlacionadas com as disponíveis no GenBank para identificação, através do algoritmo *Basic Local Alignment Search Tool* - BLAST®.

FIGURA 4 – Fluxograma da metodologia empregada

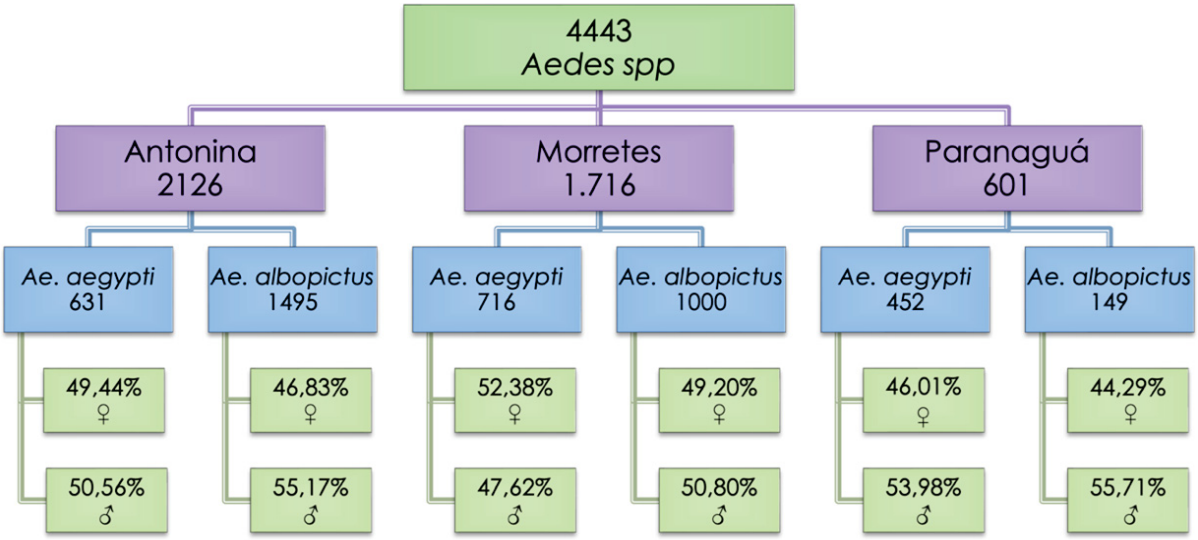


FONTE: O autor (2022).

3. RESULTADOS

Ao todo, após treze meses de coletas nos municípios de Antonina, Morretes e Paranaguá, foram obtidos 4.443 mosquitos adultos de *Aedes* spp., destes 1.799 (40,49%) foi de *Ae. aegypti* e 2644 (59,51%) foram atribuídos à *Ae. albopictus*. Um total de 44 adultos foram coletados por meio de adultrap e 4.399 por meio da ovitrampa (Figura 5).

FIGURA 5 – Número de mosquitos (*Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*) coletados na região litorânea do Estado do Paraná.



FONTE: O autor (2022).

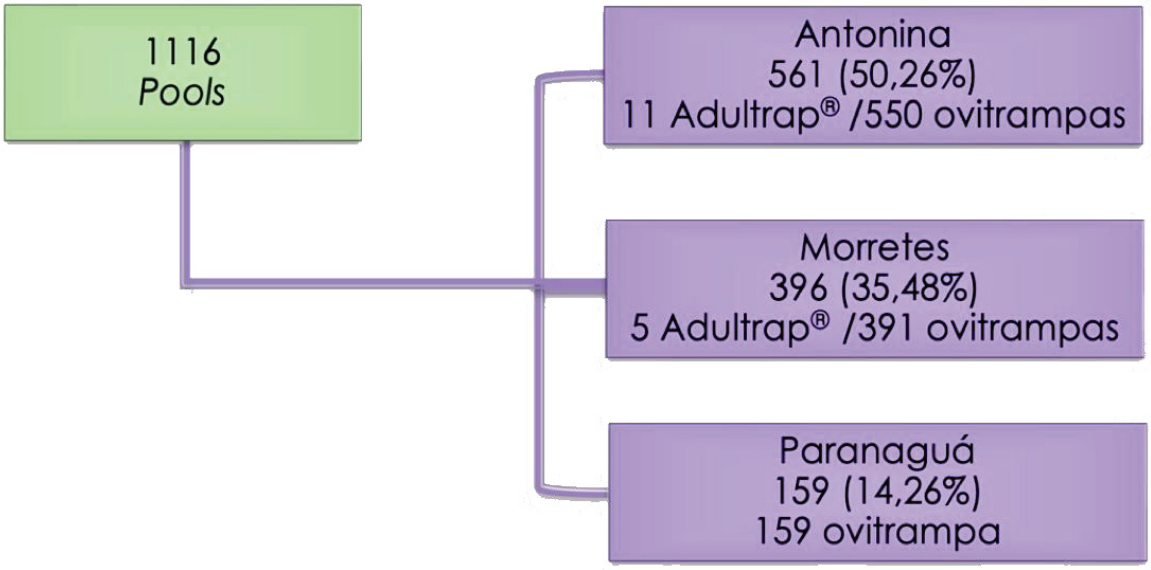
No município de Antonina foi obtido um total de 2126 mosquitos, destes 29 (1,36%) foram coletados por meio de adultraps e 2097 (96,64%) em ovitrampa. Sendo 631 espécimes (29,68%) de *Ae. aegypti*, os quais 312 (49,44%) eram fêmeas e 319 (50,56%) foram machos. Para *Ae. albopictus* totalizou 1495 (70,32%) com 700 (46,83%) fêmeas e, 795 (55,17%) machos. Em outubro de 2017 e maio de 2018 não foi obtido nenhum mosquito da espécie *Ae. aegypti*, o mesmo ocorreu para a espécie *Ae. albopictus* no mês de maio. No mês de dezembro não houve coleta.

Das coletas provenientes do município de Morretes foi obtido um total de 1.700 (26,30%) mosquitos, dos quais, 689 (40,53%) foram identificados como *Ae. aegypti*, incluindo 333 (48,33%) machos e 356 (51,64%) fêmeas e, 1.011 (59,47%) foram identificados como *Ae. albopictus*, sendo 516 (51,03%) machos e 495 (48,97%) fêmeas, nas adultraps 15 (1%), todas eram fêmeas.

Em Paranaguá, das amostras provenientes das ovitrampas, obteve-se 452 (75,21%) espécimes de *Ae. aegypti* (53,98% machos e 46,02% fêmeas) e, 149

(24,79%) espécimes de *Ae. albopictus* (57,70% machos e 42,30% fêmeas) totalizando 601 mosquitos.

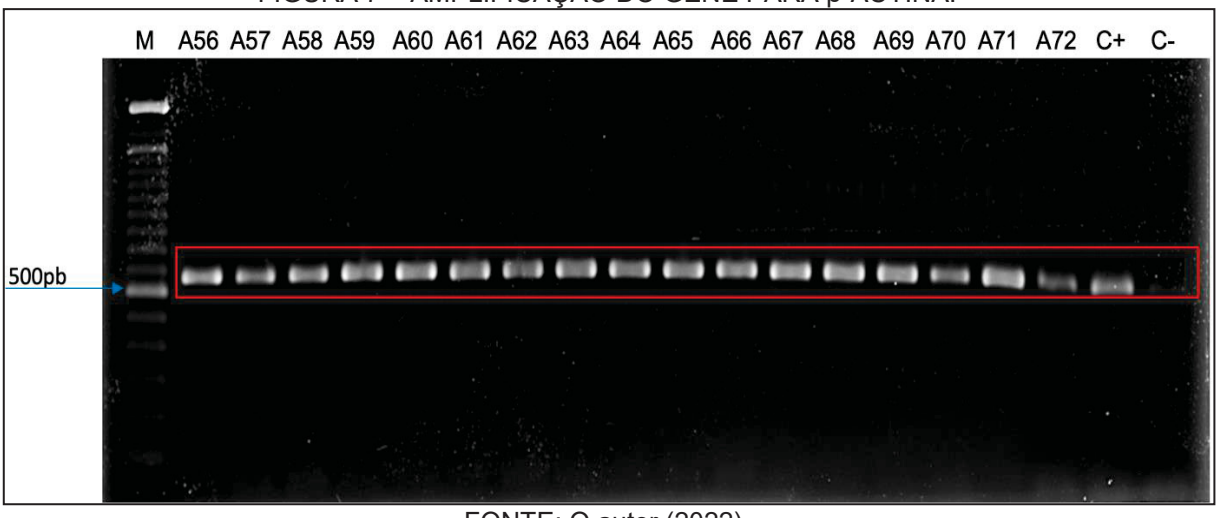
FIGURA 6 – Número de mosquitos (*Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*) constituídos a partir das coletas por armadilha na região litorânea do Estado do Paraná.



FONTE: O autor (2022).

Em relação às extrações de RNA, 1116 *pools* de mosquitos (*Ae. aegypti* e *Ae. albopictus*) foram analisados, sendo 561 (50,26%) para Antonina (11 *pools* da adultrap e 550 de *pools* da ovitrampas), 396 (35,48%) de Morretes (5 *pools* da adultrap e 391 de *pools* da ovitrampas) e 159 (14,26%) para Paranaguá (159 *pools* provenientes de ovitrampa) (Figura 6). Todos os controles endógenos, controle positivo para a extração, foram positivos para β-actina (Figura 7 e 8).

FIGURA 7 – AMPLIFICAÇÃO DO GENE PARA β-ACTINA.



FONTE: O autor (2022).
LEGENDA: M= marcador molecular (100 pb); amostras = letra + numeração (650pb). C-= controle negativo. Gel de agarose 1%, corados com gel *red*.

FIGURA 8 – Amplificação do gene para *Flavivírus* genérico.

FONTE: O Autor (2022).
LEGENDA: M= marcador molecular (100 pb); Amostras = letra+ numeração (143pb). C-= controle negativo; C+= controle positivo. Gel de agarose 1%, corados com brometo de etídio.

Todas as amostras positivas para *Flavivirus* foram obtidas por meio de ovitrampas e totalizaram 3,13% dos *pools* analisados (N=35). O município de Antonina teve 20 (1,79%) de amostras positivas, e Morretes 15 (1,34%). Das 35 amostras positivas em gel de agarose, 29 (82,86%) eram pertencentes à *Ae. aegypti* e seis (17,14%) pertencentes à *Ae. albopictus*. Com relação ao sexo 12 (34,29%) *pools* positivos eram de machos e 23 (65,71%) *pools* eram de fêmeas. Estas amostras foram sequenciadas para identificação, contudo somente dois *pools* de *Ae. albopictus* tiveram sequência compatível com DENV-2 (Quadro 1).

QUADRO 1 – AMOSTRAS POSITIVAS EM GEL DE AGAROSE PARA FLAVIVÍRUS

Identificação amostra	**Cidade**	**Ponto coleta**	**Tipo armadilha**	**Mês coleta**	**Espécie**	**Gênero**	**Quantidade mosquitos/ *pool***
AM15.452	Antonina	15	ovitrampa	mai/18	*Ae. aegypti*	F	5
AM15.460	Antonina	15	ovitrampa	mai/18	*Ae. aegypti*	F	5
AM15.463	Antonina	15	ovitrampa	mai/18	*Ae. aegypti*	F	5
AM15.464	Antonina	15	ovitrampa	mai/18	*Ae. aegypti*	F	5
AM15.465	Antonina	15	ovitrampa	mai/18	*Ae. aegypti*	F	5
AM15.466	Antonina	15	ovitrampa	mai/18	*Ae. aegypti*	F	5
AM15.467	Antonina	15	ovitrampa	mai/18	*Ae. aegypti*	F	5

Continuação....

Identificação amostra	Cidade	Ponto coleta	Tipo armadilha	Mês coleta	Espécie	Gênero	Quantidade mosquitos/ *pool*
AM15.468	Antonina	15	ovitrampa	mai/18	*Ae. aegypti*	M	5
AM15.469	Antonina	15	ovitrampa	mai/18	*Ae. aegypti*	F	5
AM3.473	Antonina	3	ovitrampa	mar/18	*Ae. albopictus*	F	5
AM7.476	Antonina	7	ovitrampa	mar/18	*Ae. aegypti*	M	5
AM7.478	Antonina	7	ovitrampa	mar/18	*Ae. aegypti*	F	5
AM7.479	Antonina	7	ovitrampa	mar/18	*Ae. albopictus*	F	4
AM7.481	Antonina	7	ovitrampa	mar/18	*Ae. aegypti*	F	5
AM17.492*	Antonina	17	ovitrampa	mar/18	*Ae. albopictus*	F	5
AM18.495	Antonina	18	ovitrampa	mar/18	*Ae. aegypti*	F	5
AM18.496	Antonina	18	ovitrampa	mar/18	*Ae. aegypti*	F	5
AM18.497	Antonina	18	ovitrampa	mar/18	*Ae. aegypti*	M	5
AM18.498	Antonina	18	ovitrampa	mar/18	*Ae. aegypti*	F	5
AM18.499	Antonina	18	ovitrampa	mar/18	*Ae. aegypti*	M	5
MJ15.151	Morretes	15	ovitrampa	jan/18	*Ae. aegypti*	M	5
MF4.192	Morretes	4	ovitrampa	fev/18	*Ae. albopictus*	M	5
MF4.194	Morretes	4	ovitrampa	fev/18	*Ae. aegypti*	M	5
MM21.323	Morretes	21	ovitrampa	mai/18	*Ae. aegypti*	F	1
MM23.327*	Morretes	23	ovitrampa	mar/18	*Ae. albopictus*	M	5
MF15.348	Morretes	15	ovitrampa	fev/18	*Ae. aegypti*	F	4
MF15.349	Morretes	15	ovitrampa	fev/18	*Ae. aegypti*	M	2
MF16.354	Morretes	16	ovitrampa	fev/18	*Ae. albopictus*	F	6
MF18.358	Morretes	18	ovitrampa	fev/18	*Ae. albopictus*	M	1
MF19.359	Morretes	19	ovitrampa	fev/18	*Ae. aegypti*	F	1
MF21.361	Morretes	21	ovitrampa	fev/18	*Ae. aegypti*	F	10
MF22.367	Morretes	22	ovitrampa	fev/18	*Ae. aegypti*	F	1
MF23.369	Morretes	23	ovitrampa	fev/18	*Ae. aegypti*	F	10
MF23.370	Morretes	23	ovitrampa	fev/18	*Ae. aegypti*	F	4
MF23.371	Morretes	23	ovitrampa	fev/18	*Ae. aegypti*	M	4

FONTE: O autor (2022).
LEGENDA: *amostras que mostram sequência compatíveis com DENV-2.

4 DISCUSSÃO

O primeiro surto de Dengue no Paraná foi relatado em 1896 na cidade de Curitiba (GLUBER, 1998; MARZOCHI et al., 1998). Posteriormente a este registro histórico, casos autóctones de dengue só foram registrados no Paraná em 1995, nos municípios de Londrina, Maringá e Foz do Iguaçu (DUQUE et al. 2010).

Em 2016 a Secretaria de Estado da Saúde do Paraná (SESA) notificou epidemias de DENV em mais de 50 municípios, assim como o aumento de infecções por ZIKV e CHIKV. O município de Paranaguá, até este ano indene para estes arbovírus, esteve entre os três municípios com maior incidência de dengue, tendo sido 16.392 casos confirmados, destes 15.712 autóctones e 680 importados. O município respondeu por 46,03% dos óbitos causados por essa arbovirose e também ocupou destaque para casos de CHIKV e ZIKV (PARANÁ, 2017). Após esta epidemia, o litoral voltou a apresentar situação preocupante, no que se refere a incidência dos casos de dengue com aumento no número de casos autóctones da doença (PARANÁ, 2020).

Neste estudo foram empregados dois métodos para coleta dos mosquitos e pode-se observar que quando comparada a eficiência entre as duas armadilhas utilizadas, maior número de mosquitos foi coletado por meio das ovitrampas, 99% das amostras foram provenientes deste tipo de armadilha. Resultados similares foram obtidos por Valle et al. (2014), nos quais as ovitrampas apresentaram maior sensibilidade na detecção e vigilância de *Ae. albopictus* e *Ae. aegypti*. Esses mesmos autores relatam que esta armadilha tem alta sensibilidade em detectar a presença e comparar infestações em áreas distintas (VALLE et al. 2014; 2021).

No litoral do Paraná, Paranaguá foi o primeiro município a registrar a presença de *Ae. aegypti*. Durante as coletas, o número de espécimes de *Ae. aegypti* foi maior que de *Ae. albopictus*. Este Município possui um dos mais importantes centros de comércio marítimo, além de ser um ponto turístico com grande circulação de pessoas, favorável à presença de criadouros artificiais para *Ae. aegypti*.

Estudo recente realizado em Miami-Dade, cidade da Flórida, com zona portuária, identificou resultado semelhante ao encontrado em Paranaguá. Os autores reportaram que por ser uma cidade portuária ela é especialmente favorável à proliferação de mosquitos vetores, devido ao intenso tráfego de embarcações e pessoas (WILKE et al., 2022).

Situação inversa ocorreu em Antonina e Morretes, a coleta de *Ae. albopictus* foi maior em relação à de *Ae. aegypti*. A localização dos pontos onde as armadilhas foram instaladas, estavam distribuídas em regiões urbanizadas e zonas de transição. Mesmo em centros urbanos, com fluxo de turismo e na rota para o porto de Paranaguá, estes municípios são cercados pela mata Atlântica, o que favorece a presença da espécie *Ae. albopictus* (HONÓRIO et al., 2009b; CÂMARA et al., 2016; LOUNIBOS; JULIANO, 2018; BENELLI et al., 2020; FERREIRA-DE-LIMA et al., 2020).

Esse resultado é justificado uma vez que *Ae. aegypti* tem comportamento antropofílico e sinantrópico, preferindo centros urbanos, peridomicílio e domicílio para estabelecer seus criadouros (MARTINS et al., 2010; KRAEMER et al., 2015a, 2019; CÂMARA et al., 2016; LIMA-CAMARA et al., 2016; VALLE et al., 2021). Embora Montagner e colaboradores (2018) em seu estudo tenham observado ampliação do habitat de *Ae. aegypti* para áreas florestais contíguas aos centros urbanos, estes não são considerados espaços característicos para a presença da espécie.

Outro fato importante foi observado no município de Antonina e Morretes. No mesmo ponto de coleta e período, foram encontrados ovos de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus.* Prophiro; Silva; Luna; Piccoli; Kanis; Silva (2011) relataram a coexistência dessas espécies no norte do Estado do Paraná. Dado ao fato que *Ae. albopictus* já existia nessa região, e a espécie *Ae. aegypti* que está sendo registrada mais recentemente nessas áreas. Em alguns municípios como o de Morretes, ainda há predominância deste mosquito, embora tenha sido relatado a coexistências das espécies *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* em alguns pontos da cidade (SOUZA et al., 2022). Estas espécies podem coexistir em criadouros artificiais em áreas florestais, porém estudos realizados por Câmara et al. (2016), Lounibos; Juliano (2018) e Wilson-Bahun et al. (2020) defendem que nesta condição o *Ae. albopictus* prevalece sobre *Ae. aegypti*.

No entanto para determinar a abundância de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* em um território, temos também que considerar questões socioeconômicas, infraestrutura deficiente, densidade populacional e aspectos sociodemográficos (AYLLÓN et al., 2018; KAMAL et al., 2018; LWANDE et al., 2020; MOURA et al., 2020; DALPADADO et al., 2022; SWAN et al., 2022), mudanças ambientais como as alterações do clima, antropização dos ambientes de mata (JULIANO; LOUNIBOS, 2005; LOUNIBOS et al., 2010; ARDUINO et al., 2020; LWANDE et al., 2020) como condições que promovem habitat adequado para sua manutenção.

Dos três municípios investigados para transmissão transovariana, somente Antonina e Morretes tiveram ovos positivos de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictu*s para *Flavivirus*, sendo 82,86% e 17,14%, respectivamente. As amostras de Paranaguá amplificaram para *Flavivirus*, porém não apresentou sequência com boa qualidade no sequenciamento.

Um dos *pools* de *Ae. albopictus* proveniente de ovitrampa da cidade de Antonina e outro de Morretes, foram positivos para DENV-2, corroborando as

informações do boletim epidemiológico sobre a circulação deste sorotipo no Estado (PARANÁ, 2023). Porém a confirmação da PCR positiva por sequenciamento não resultou em uma sequência com qualidade. Cabe ressaltar que o DENV-1 foi o sorotipo que predominou no litoral neste período, o que demonstra que uma vigilância entomológica para a infecção natural dos arbovírus é importante.

O resultado sinaliza a ocorrência de transmissão vertical/transovariana natural deste arbovírus por esse vetor, já descrita por Cecílio et al. (2009), Smartt et al. (2017) e Rezende et al. (2020) no estado de Minas Gerais, Bahia e Espírito Santo, respectivamente. A capacidade vetorial de *Ae. albopictus* já foi comprovada em laboratório (VEGA-RUA et al., 2014; CHOUIN-CARNEIRO et al., 2016; THANGAMANI et al., 2016) e seu monitoramento já faz parte da realidade de muitos municípios no país (SANTOS, 2003; HONÓRIO et al., 2003; 2006; OLIVEIRA; POLETO, 2012; PEREIRA-DOS-SANTOS et al., 2018; SOARES et al., 2020; SERPA et al., 2021; SOUZA et al., 2022).

A transmissão vertical de DENV já foi descrita para *Ae. aegypti* (CRUZ et al., 2015; DA COSTA et al., 2017; LEQUIME et al., 2016; LI et al., 2017), e para ZIKV (FERREIRA-DE-BRITO et al., 2016; THANGAMANI et al., 2016), A transmissão transovariana/vertical pode fornecer a manutenção de arbovírus na natureza, o que pode ter implicação em períodos interepidêmico, como apontou o estudo de Lequime et al. (2016). Esses autores observaram que a taxa de infecção transovariana do DENV, foi mais alta em *Ae. albopictus* que no *Ae. aegypti,* o que possibilita a manutenção do arbovírus nas áreas onde *Ae. albopictus* está presente. Neste contexto é relevante que investigações sobre esse tipo de transmissão sejam realizadas com populações de campo, inclusive para auxiliar nas propostas de intervenções de controle (EDILLO et al., 2015; LEQUIME et al., 2016; ZARA et al., 2016; HONÓRIO et al., 2018b).

O encontro de mosquitos positivos com DENV-2 em 2016, coincide com o padrão cíclico do seu retorno a cada três anos. Posterior a isso, em 2018 este sorotipo tornou-se prevalente para os casos de dengue no Paraná. Importante destacar que no ano de 2016 quando houve importante epidemia no litoral do Paraná, estavam circulando no Estado quatro sorotipos de dengue (DENV-1, DENV-2, DENV-3 e DENV-4) (PARANÁ, 2023).

São poucas as informações sobre a espécies de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictu*s na região do litoral do Paraná, se limitando à uma dissertação (MELLO, 2005) e dois artigos científicos (MARTINS et al., 2021; SALESBRAM; ROSEGHINI, 2019).

O *Ae. aegypti* é reconhecidamente o principal transmissor das arboviroses Chikungunya, dengue e Zika no Brasil e cinco anos após sua primeira notificação no litoral, já apresentou predominância sobre a espécie *Ae. albopictu*s em Paranaguá. Dos resultados alcançados, destaca-se a infecção transovariana por *Ae. albopictu*s, vetor reconhecido em outros países e em condições laboratoriais, no Brasil.

Os resultados aqui apresentados mostram que estudos sobre infecção natural, vertical e ecológicos relacionados à *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* são de grande importância para subsidiar ações para controle desses vetores e prevenção de surtos e/ou futuras epidemias. Além disso, auxiliam na compreensão da dinâmica das arboviroses nesta região.

REFERÊNCIAS

ALTO, B. W.; BETTINARDI, D. J.; ORTIZ, S. Interspecific larval competition differentially impacts adult survival in dengue vectors. **J Med Entomol.**, v. 52, n. 2, p. 163–170, 2015.

ARDUINO, M. DE B.; MUCCI, L. F.; SANTOS, L. M. DOS; SOARES, M. F. DE S. Importance of microenvironment to arbovirus vector distribution in an urban area, São Paulo, Brazil. **Rev. Soc. Bras. Med. Trop**, v. 53, n. e20190504, p. 1–10, 2020.

AYLLÓN, T.; CÂMARA, D. C. P.; MORONE, F. C.; et al. Dispersion and oviposition of *Aedes albopictus* in a Brazilian slum: Initial evidence of Asian tiger mosquito domiciliation in urban environments. **PLoS One**, v. 13, n. 4, p. e0195014, 2018.

AYLLÓN, T.; CAMPOS, R. DE M.; BRASIL, P.; et al. Early evidence for Zika virus circulation among *aedes aegypti* mosquitoes, Rio de Janeiro, Brazil. **Emerge. Infect Dis.** v. 23, n. 8, p.1411–1412, 2017.

BARRERA, R. Competition and resistance to starvation in larvae of container-inhabiting *Aedes mosquitoes*. **Ecol. Entomol.**, v. 21, n. 2, p. 117–127, 1996.

BENELLI, G.; WILKE, A. B. B.; BEIER, J. C*. Aedes albopictus* (Asian Tiger Mosquito). **Trends in Parasitology**, v. 36, n. 11, p. 942–943, 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. Monitoramento dos casos de arboviroses urbanas transmitidas pelo *Aedes* (dengue, Chikungunya e Zika) – Situação epidemiológica de 2022. In: SECRETARIA DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE (Ed.). **Boletim Epidemiológico**, n. 53. Brasília, DF, 2022.

CÂMARA, D. C. P.; CODEÇO, C. T.; AYLLÓN, T.; et al. Entomological Surveillance of *Aedes* Mosquitoes: Comparison of Different Collection Methods in an Endemic Area in Rio de Janeiro, Brazil. **Trop Med Infect Dis**, v. 7, n. 7, 2022.

CÂMARA, D. C. P.; CODEÇO, C. T.; JULIANO, S. A.; et al. Seasonal differences in density but similar competitive impact of *aedes albopictus* (Skuse) on *aedes aegypti* (L.) in Rio de Janeiro, Brazil. **PLoS One**, v. 11, n. 6, 2016.

CAMPOS, G. S.; BANDEIRA, A. C.; SARDI, S. I. Zika Virus Outbreak, Bahia, Brazil. **Emerg Infect Dis**, v. 21, n. 10, p. 1885–1886, 2015.

CAO-LORMEAU, V.-M.; ROCHE, C.; TEISSIER, A.; et al. Zika Virus, French Polynesia, South Pacific, 2013. **Emerg Infect Dis**, v. 20, n. 6, p. 1084–1086, 2014.

CAVALCANTI, I. F. DE A.; FERREIRA, N. J.; SILVA, M. G. A. J. DA; DIAS, M. A. F. DA S. **Tempo e Clima no Brasil.** 1º ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

CECÍLIO, AB.; CAMPANELLI, ES.; SOUZA, KPR.; FIGUEIREDO, LB.; RESENDE, MC. Natural vertical transmission by *Stegomyia albopicta* as dengue vector in Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 69, n. 1, p. 123–127, 2009.

CECÍLIO, S. G.; JÚNIOR, W. F. S.; TÓTOLA, A. H.; et al. Dengue virus detection in *Aedes aegypti* larvae from southeastern Brazil. **J Vector Ecol**, v. 40, n. 1, p. 71–74, 2015.

CEVALLOS, V.; PONCE, P.; WAGGONER, J. J.; et al. Zika and Chikungunya virus detection in naturally infected *Aedes aegypti* in Ecuador. **Acta Tropica**, v. 177, n. 2017, p. 74-80, 2018.

CHOUIN-CARNEIRO, T.; VEGA-RUA, A.; VAZEILLE, M.; et al. Differential Susceptibilities of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* from the Americas to Zika Virus. **PLoS Negl Trop Dis**, v. 10, n. 3, p. e0004543, 2016.

CHRETIEN, J.-P.; ANYAMBA, A.; BEDNO, S. A.; et al. Drought-associated chikungunya emergence along coastal East Africa. **Am J Trop Med Hyg.**, v. 76, n. 3, p. 405–7, 2007.

DA COSTA, C. F.; DOS PASSOS, R. A.; LIMA, J. B. P.; et al. Transovarial transmission of DENV in *Aedes aegypti* in the Amazon basin: a local model of xenomonitoring. **Parasites & Vectors**, v. 10, n. 1, p. 1–9, 2017.

COSTA, C. F. DA; SILVA, A. V. DA; NASCIMENTO, V. A. DO; et al. Evidence of vertical transmission of Zika virus in field-collected eggs of *Aedes aegypti* in the Brazilian Amazon. **PLoS Negl Trop Dis**, v. 12, n. 7, 2018.

CRUZ, L. C. DE T. A. DA; SERRA, O. P.; LEAL-SANTOS, F. A.; et al. Natural transovarial transmission of dengue virus 4 in *Aedes aegypti* from Cuiabá, State of Mato Grosso, Brazil. **Rev. Soc. Bras. Med. Trop**, v. 48, n. 1, p. 18–25, 2015.

DALPADADO, R.; AMARASINGHE, D.; GUNATHILAKA, N.; ARIYARATHNA, N. Bionomic aspects of dengue vectors *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* at domestic settings in urban, suburban and rural areas in Gampaha District, Western Province of Sri Lanka. **Parasites & Vectors**, v. 15, n. 1, p. 148, 2022.

DONATTI, J. E.; GOMES, A. D. C. Adultrap: Descrição de armadilha para adulto de *Aedes aegypti* (Diptera, Culicidae). **Rev. Bras. entomol.** , v. 51, n. 2, p. 255–256, 2007.

DUQUE, L.; JONNY, E.; DA SILVA, R. V.; KUWABARA, E. F. ,; NAVARRO-SILVA, M. A. Dengue no Estado do Paraná, Brasil: distribuição temporal e espacial no período 1995-2007. **Rev. Univ. Ind. Santander**, v. 42, n. 2, p. 113–122, 2010.

EDILLO, F. E.; SARCOS, J. R.; SAYSON, S. L. Natural vertical transmission of dengue viruses in *Aedes aegypti* in selected sites in Cebu City, Philippines. **J Vector Ecol**, v. 40, n. 2, p. 282–91, 2015.

ESPINOSA, M.; GIAMPERETTI, S.; ABRIL, M.; SEIJO, A. Transmisión vertical de virus dengue en Aedes aegypti, capturados en Puerto Iguazú, Misiones, Argentina. **Rev. Inst. Med. trop. S. Paulo**, v. 56, n. 2, p. 165–167, 2014.

FAY, R.; ELIASON, D. A preferred oviposition site as a surveillance method for *Aedes aegypti*. **Mosquito News**, v. 26, n. 4, p. 531–535, 1966.

FAYE, O.; FAYE, O.; DUPRESSOIR, A. et al. One-step RT-PCR for detection of Zika virus. **J Clin Virol.**, v. 43, n. 1, p. 96–101, 2008.

FERNANDES, R. S.; O'CONNOR, O.; BERSOT, M. I. L.; et al. Vector competence of *aedes aegypti*, *aedes albopictus* and *culex quinquefasciatus* from Brazil and New Caledonia for three Zika virus lineages. **Pathogens**, v. 9, n. 7, p. 1–17, 2020.

FERREIRA-DE-BRITO, A.; RIBEIRO, I. P.; MIRANDA, R. M. DE; et al. First detection of natural infection of *Aedes aegypti* with Zika virus in Brazil and throughout South America. **Mem. Inst. Oswaldo Cruz**, v. 111, n. 10, p. 655–658, 2016.

FERREIRA-DE-LIMA, V. H.; CÂMARA, D. C. P.; HONÓRIO, N. A.; LIMA-CAMARA, T. N. The Asian tiger mosquito in Brazil: Observations on biology and ecological interactions since its first detection in 1986. **Acta Tropica**, n. 205, p.1053861, 2020.

FONTENILLE, D.; RODHAIN, F. Biology and distribution of *Aedes albopictus* and *Aedes aegypti* in Madagascar. **J Am Mosq Control Assoc**, v. 5, n. 2, p. 219–225, 1989.

GIOVANETTI, M.; PEREIRA, L. A.; SANTIAGO, G. A.; et al. Emergence of Dengue Virus Serotype 2 Cosmopolitan Genotype, Brazil. **Emerg Infect Diseases**, v. 28, n. 8, p. 1725–1727, 2022.

GUBLER, D. J. Dengue and Dengue Hemorrhagic Fever. **Clin Microb Reviews**, v. 11, n. 3, p. 480–496, 1998.

GUBLER, D. J. Vector-borne diseases. **Rev Sci Tech.**, v. 28, n. 2, p. 583–588, 2009.

HONÓRIO, N. A.; CABELLO, P. H.; CODEÇO, C. T.; LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, R. Preliminary data on the performance of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* immatures developing in water-filled tires in Rio de Janeiro. **Mem. Inst. Oswaldo Cruz**, v. 101, n. 2, pp. 225-228, 2006.

HONÓRIO, N. A.; CÂMARA, D. C. P.; CALVET, G. A.; BRASIL, P. Chikungunya: An arbovirus infection in the process of establishment and expansion in Brazil. **Cad. Saúde Pública** , v.31, n. 5, p. 906-82015.

HONÓRIO, N. A.; CÂMARA, D. C. P.; WIGGINS, K.; EASTMOND, B.; ALTO, B. W. High-throughput method for detection of arbovirus infection of saliva in mosquitoes *aedes aegypti* and *ae. albopictus*. **Viruses**, v. 12, n. 11, 2020.

HONÓRIO, N. A.; CASTRO, M. G.; BARROS, F. S. M. DE; MAGALHÃES, M. DE A. F. M.; SABROZA, P. C. The spatial distribution of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in a transition zone, Rio de Janeiro, Brazil. **Cad. Saúde Pública** , v. 25, n. 6, p. 1203–1214, 2009.

HONÓRIO, N. A.; SILVA, W. DA C.; LEITE, P. J.; et al. Dispersal of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in an urban endemic dengue area in the State of Rio de Janeiro, Brazil. **Mem. Inst. Oswaldo Cruz**, v. 98, n. 2, p. 191–198, 2003.

HONÓRIO, N. A.; WIGGINS, K.; CÂMARA, D. C. P.; EASTMOND, B.; ALTO, B. W. Chikungunya virus vector competency of Brazilian and Florida mosquito vectors. **PLoS Negl Trop Dis**, v. 12, n. 6, 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Estimativas de População**: 2021. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?=&t=resultados. Acesso em: 30 jun. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Dados gerais sobre Morretes**. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/morretes/panorama. Acesso em: 30 jun. 2018.

INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO SOCIAL (IPARDES). **Caderno Estatístico Município de Morretes**. 2019.

JOSSERAN, L.; PAQUET, C.; ZEHGNOUN, A.; et al. Chikungunya Disease Outbreak, Reunion Island. **Emerg Infect Dis**, v. 12, n. 12, p. 1994–1995, 2006.

JULIANO, S. A.; O'MEARA, G. F.; MORRILL, J. R.; CUTWA, M. M. Desiccation and thermal tolerance of eggs and the coexistence of competing mosquitoes. **Oecologia**, v. 130, n. 3, p. 458–469, 2002.

JULIANO, S. A.; LOUNIBOS, L. P. Ecology of invasive mosquitoes: effects on resident species and on human health. **Ecology Letters**, v. 8, n. 5, p. 558-574, 2005.

KAMAL, M.; KENAWY, M. A.; RADY, M. H.; KHALED, A. S.; SAMY, A. M. Mapping the global potential distributions of two arboviral vectors *Aedes aegypti* and *Ae. Albopictus* under changing climate. **PLoS One**, v. 13, n. 12, 2018.

KRAEMER, M. U. G.; SINKA, M. E.; DUDA, K. A.; et al. The global distribution of the arbovirus vectors *Aedes aegypti* and *Ae. Albopictus*. **eLife**, v. 4, n. 2015, 2015.

LANCIOTTI, R. S.; CALISHER, C. H.; GUBLER, D. J.; CHANG, G. J.; VORNDAM, A. V. Rapid detection and typing of dengue viruses from clinical samples by using reverse transcriptase-polymerase chain reaction. **Journal of Clinical Microbiology**, v. 30, n. 3, p. 545–551, 1992.

LANCIOTTI, R. S.; VALADERE, A. M. Transcontinental Movement of Asian Genotype Chikungunya Virus. **Emerg Infect Dis**, v. 20, n. 8, p. 1400, 2014.

LEISNHAM, P. T.; JULIANO, S. A. Spatial and temporal patterns of coexistence between competing *Aedes* mosquitoes in urban Florida. **Oecologia**, v. 160, n. 2, p. 343–352, 2009.

LEPARC-GOFFART, I.; NOUGAIREDE, A.; CASSADOU, S.; PRAT, C.; DE LAMBALLERIE, X. Chikungunya in the Americas. **The Lancet**, v. 383, n. 9916, p. 514, 2014.

LEQUIME, S.; PAUL, R. E.; LAMBRECHTS, L. Determinants of Arbovirus Vertical Transmission in Mosquitoes. **PLoS Pathogens**, v.12, n. 5, p.e1005548, 2016.

LI, C.; GUO, X.; DENG, Y.; et al. Vector competence and transovarial transmission of two *Aedes aegypti* strains to Zika virus. **Emerg Microbes Infect.**, v. 6, n. 1, p. 1–7, 2017.

LIMA-CAMARA, T. N.; URBINATTI, P. R.; CHIARAVALLOTI-NETO, F. Finding *Aedes aegypti* in a natural breeding site in an urban zone, São Paulo, Southeastern Brazil. **Rev. Saúde Pública**, v. 50, 2016.

LOUNIBOS, L. P.; JULIANO, S. A. Where vectors collide: the importance of mechanisms shaping the realized niche for modeling ranges of invasive *Aedes* mosquitoes. **Biological Invasions**, v. 20, n. 8, p. 1913–1929, 2018.

LOUNIBOS, L. P.; O'MEARA, G. F.; JULIANO, S. A.; et al. Differential survivorship of invasive mosquito species in south Florida cemeteries: Do site-specific microclimates explain patterns of coexistence and exclusion? **Ann Entomol Soc Am**, v. 103, n. 5, p. 757–770, 2010.

LOURENÇO DE OLIVEIRA, R.; VAZEILLE, M.; DE FILIPPIS, A. M. B.; FAILLOUX, A.-B. Large genetic differentiation and low variation in vector competence for dengue and yellow fever viruses of *Aedes albopictus* from Brazil, the United States, and the Cayman Islands. **Am J Trop Med Hyg.**, v. 69, n. 1, p. 105–14, 2003.

LWANDE, O. W.; OBANDA, V.; LINDSTRÖM, A.; et al. Globe-Trotting *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* : Risk Factors for Arbovirus Pandemics. **Vector Borne Zoonotic Dis.**, v. 20, n. 2, p. 71–81, 2020.

MARTINS, A.; SILVA, A.; ARAÚJO, R.; DE, E.; FILHO, S. The occurrence of immature forms of *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Diptera, Culicidae) in Bromeliaceae

during an outbreak of dengue in the Paraná Coast, Southern Brazil. **Acta Biológica Paranaense**, v. 50, p. 1-6, 2021.

MARTINS, V. E. P.; ALENCAR, C. H. M. DE; FACÓ, P. E. G.; et al. Spatial distribution and breeding site characteristics of *Aedes albopictus* and *Aedes aegypti* in Fortaleza, State of Ceará. **Rev. Soc. Bras. Med. Trop**, v. 43, n. 1, p. 73–7, 2010.

MARZOCHI, K.; GADELHA, P.; LIMA, M. M.; et al. Dengue no Brasil. **História, Ciências, Saúde-Manguinhos**, v. 5, n. 1, p. 173–215, 1998.

MEDEIROS, A. S.; COSTA, D. M. P.; BRANCO, M. S. D.; et al. Dengue virus in *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in urban areas in the state of Rio Grande do Norte, Brazil: Importance of virological and entomological surveillance. **PLoS One**, v. 13, n. 3, 2018.

MELLO, A. M. **Dengue em área com *Stegomyia albopicta* e ausência de *Stegomyia aegypti*, Paraná, Brasil**, 2005. 68f. Dissertação (Mestre pelo Programa de Pós-graduação em Microbiologia, Parasitologia e Patologia) – Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba (PR), 2005.

MONTAGNER, F. R. G.; SILVA, O. S.; JAHNKE, S. M. Mosquito species occurrence in association with landscape composition in green urban areas. **Brazilian Journal of Biology**, v. 78, n. 2, p. 233–239, 2018.

MOURA, M. C. B. M.; DE OLIVEIRA, J. V.; PEDREIRA, R. M.; et al. Spatio-temporal dynamics of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* oviposition in an urban area of northeastern Brazil. **Trop Med Int Health.**, v. 25, n. 12, p. 1510–1521, 2020.

NOBUCHI, H. The symptoms of a dengue-like illness recorded in a Chinese medical encyclopedia. **Kanpo Rinsho**, v. 26, p. 422–425, 1979.

NOGUEIRA, R. M. R.; MIAGOSTOVICH, M. P.; LAMPE, E.; SCHATZMAYR, H. G. Isolation of dengue virus type 2 in Rio de Janeiro. **Mem do Instit Osw Cruz**, v. 85, n. 2, p. 253–253, 1990.

OLIVEIRA, E. DA S.; POLETO, C. Monitoramento do *Aedes albopictus* em Pequenas Comunidades. **UNINGÁ Review**, v. 10, n. 1, p. 25–32, 2012.

DE OLIVEIRA, E.; TRENTIN, T. DE C.; CAMARGO, F.; PINTO, Y. D. P.; MARTINS, D. B. **Eletroforese: Conceitos e aplicações**. Enciclopédia Biosfera, p. 1129–1149, 2015.

OLIVEIRA, M. F.; ARAÚJO, J. M. G.; FERREIRA, O. C.; et al. Two Lineages of Dengue Virus Type 2, Brazil. **Emerging Infectious Diseases**, v. 16, n. 3, p. 576–578, 2010.

PAIVA, B. R. DE; SECUNDINO, N. F. C.; PIMENTA, P. F. P.; et al. Padronização de condições para detecção de DNA de *Leishmania spp*. em flebotomíneos (Diptera, Psychodidae) pela reação em cadeia da polimerase. **Cad. Saúde Pública** , v. 23, n. 1, p. 87–94, 2007.

PARANÁ. SECRETARIA DE ESTADO DA SAÚDE DO PARANÁ (SESA). **Informe técnico 35:** Situação da Dengue, Chikungunya e Zika Vírus no Paraná, 2016/2017 - Semana Epidemiológica 31/2016 a 16/2017. Curitiba, 2017.

PARANÁ. SECRETARIA DE ESTADO DA SAÚDE DO PARANÁ (SESA). **Informe técnico 32:** Situação da Dengue, Chikungunya e Zika vírus no Paraná, 2019/2020 - Semana Epidemiológica 31/2019 a 13/2020. Curitiba, 2020.

PARANÁ. SECRETARIA DE ESTADO DA SAÚDE DO PARANÁ (SESA). **Boletim Epidemiológico Dengue**: Combate à Dengue. Disponível em: https://www.dengue.pr.gov.br/Pagina/Boletins-da-Dengue. Acesso em: 1 jun. 2022.

PARANÁ. SECRETARIA DE ESTADO DA SAÚDE DO PARANÁ (SESA). **Informe técnico 33:** Situação da Dengue, Chikungunya e Zika Vírus no Paraná, 2022/2023 - Semana Epidemiológica 31/2022 a 14/2023. Curitiba, 2023.

PASTORINO, B.; BESSAUD, M.; GRANDADAM, M.; et al. Development of a TaqMan® RT-PCR assay without RNA extraction step for the detection and quantification of African Chikungunya viruses. **Journal of Virological Methods**, v. 124, n. 1–2, p. 65–71, 2005.

PEREIRA-DOS-SANTOS, T.; ROIZ, D.; LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, R.; PAUPY, C. A Systematic Review: Is *Aedes albopictus* an Efficient Bridge Vector for Zoonotic Arboviruses? **Pathogens**, v. 9, n. 4, p. 266, 2020.

PEREIRA-DOS-SANTOS, T.; ROIZ, D.; SANTOS DE ABREU, F. V.; et al. Potential of *Aedes albopictus* as a bridge vector for enzootic pathogens at the urban-forest interface in Brazil. **Emerg Microbes Infect.** , v. 7, n. 1, 2018.

PFEFFER, M.; PROEBSTER, B.; KINNEY, R. M.; KAADEN, O. R. Genus-specific detection of alphaviruses by a semi-nested reverse transcription-polymerase chain reaction. **American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 57, n. 6, p. 709-718, 1997.

PROPHIRO, J. S.; SILVA, O. S.; LUNA, J. E. D.; et al. *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae): coexistence and susceptibility to temephos, in municipalities with occurrence of dengue and differentiated characteristics of urbanization. **Rev. Soc. Bras. Med. Trop**, v. 44, n. 3, p. 300–305, 2011.

REZENDE, H. R.; ROMANO, C. M.; CLARO, I. M.; et al. First report of *Aedes albopictus* infected by Dengue and Zika virus in a rural outbreak in Brazil. **PLoS One**, v. 15, n. 3, 2020.

SALESBRAM, J. A. M.; ROSEGHINI, W. F. F. Análise da variabilidade térmica da cidade de Paranaguá-PR para aplicação em estudos sobre a proliferação do *Aedes aegypti*. **Geo UERJ**, , n. 34, p. e40958, 2019.

SÁNCHEZ-SECO, M. P.; ROSARIO, D.; DOMINGO, C.; et al. Generic RT-nested-PCR for detection of flaviviruses using degenerated primers and internal control followed by sequencing for specific identification. **Journal of Virological Methods**, v. 126, n. 1–2, p. 101–109, 2005.

SANTOS, R. L. C. DOS. Atualização da distribuição de *Aedes albopictus* no Brasil (1997-2002). **Rev. Saúde Pública**, v. 37, n. 5, p. 671–673, 2003.

SERPA, L. L. N.; BARBOSA, G. L.; ARDUINO, M. DE B.; et al. Spatial segregation of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*, São Paulo state, Brazil. **Boletim Epidemiológico Paulista**, v. 18, n. 215, p. 39–56, 2021.

SIMEPAR. **Dados abióticos de Morretes**. 2018.

SMARTT, C. T.; STENN, T. M. S.; CHEN, T.-Y.; et al. Evidence of Zika Virus RNA Fragments in *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) Field-Collected Eggs From Camaçari, Bahia, Brazil. **J Med Entomol.**, v. 54, n. 4, p. 1085–1087, 2017.

SOARES, A. P. M.; ROSÁRIO, I. N. G.; SILVA, I. M. Distribution and preference for oviposition sites of *Aedes albopictus* (Skuse) in the metropolitan area of Belém, in the Brazilian Amazon. **J Vector Ecol**, v. 45, n. 2, p. 312–320, 2020.

SOUZA, S. J. P. DE; CAMARGO GUARALDO, A. DE; HONÓRIO, N. A.; et al. Spatial and Temporal Distribution of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* Oviposition on the Coast of Paraná, Brazil, a Recent Area of Dengue Virus Transmission. **Trop Med Infect Dis**, v. 7, n. 9, p. 246, 2022.

STECHER, G.; TAMURA, K.; KUMAR, S. Molecular Evolutionary Genetics Analysis (MEGA) for macOS. **Molecular Biology and Evolution**, v. 37, n. 4, p. 1237–1239, 2020.

SWAN, T.; RUSSELL, T. L.; STAUNTON, K. M.; et al. A literature review of dispersal pathways of *Aedes albopictus* across different spatial scales: implications for vector surveillance. **Parasites & Vectors**, v. 15, n. 1, 2022.

THANGAMANI, S.; HUANG, J.; HART, C. E.; GUZMAN, H.; TESH, R. B. Vertical transmission of Zika virus in *Aedes aegypti* mosquitoes. **American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 95, n. 5, p. 1169–1173, 2016.

VALLE, D.; AGUIAR, R.; PIMENTA, D. N.; FERREIRA, V. **Aedes de A a Z**. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2021.

VALLE, D.; CODEÇO, C. T.; LIMA, A. W. DA S.; et al. **NOTA TÉCNICA Nº 3:2014:IOC** - Avaliação de armadilhas para a vigilância entomológica de *Aedes aegypti* com vistas à elaboração de novos índices de infestação. Fiocruz: Diretoria, v. 1, n. 3, p. 1–7, 2014.

VANHONI, F.; MENDONÇA, F. O clima do litoral do Estado do Paraná. **Rev. Bras. de Climatologia**, 2008.

VEGA-RUA, A.; MARCONCINI, M.; MADEC, Y.; et al. Vector competence of *Aedes albopictus* populations for chikungunya virus is shaped by their demographic history. **Communications Biology**, v. 3, n. 1, 2020.

VEGA-RUA, A.; ZOUACHE, K.; GIROD, R.; FAILLOUX, A.-B.; LOURENCO-DE-OLIVEIRA, R. High Level of Vector Competence of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* from Ten American Countries as a Crucial Factor in the Spread of Chikungunya Virus. **Journal of Virology**, v. 88, n. 11, p. 6294–6306, 2014.

WEAVER, S. C. Arrival of Chikungunya Virus in the New World: Prospects for Spread and Impact on Public Health. **PLoS Negl Trop Dis**, v. 8, n. 6, p. e2921, 2014.

WILKE, A. B. B.; VASQUEZ, C.; CARVAJAL, A.; et al. Mosquito surveillance in maritime entry ports in Miami-Dade County, Florida to increase preparedness and allow the early detection of invasive mosquito species. **PLoS One**, v. 17, n. 4 April, 2022.

WILSON-BAHUN, T. A.; KAMGANG, B.; LENGA, A.; WONDJI, C. S. Larval ecology and infestation indices of two major arbovirus vectors, *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae), in Brazzaville, the capital city of the Republic of the Congo. **Parasites & Vectors**, v. 13, n. 1, p. 492, 2020.

ZARA, A. L. DE S. A.; SANTOS, S. M. DOS; FERNANDES-OLIVEIRA, E. S.; CARVALHO, R. G.; COELHO, G. E. Estratégias de controle do *Aedes aegypti*: uma revisão. **Epidemiol. Serv. Saúde**, v. 25, n. 2, p. 1–2, 201

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na avaliação dos padrões de distribuição e influência de variáveis climáticas na oviposição de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* em Morretes, ambas as espécies foram encontradas em áreas antropizadas com alto índice de densidade humana. A temperatura média mensal teve influência positiva significativa na oviposição dessas espécies.

Das variáveis avaliadas (clima, população e cobertura vegetal), a precipitação atuou negativamente, não interferindo na entrada e estabelecimento de *Ae. aegypti*. Já a população apresentou influência positiva, ou seja, o crescimento demográfico e condições criadas pelo ser humano favoreceram a entrada e estabelecimento de *Ae. aegypti* nos municípios de Antonina, Guaratuba, Morretes, Paranaguá e Pontal do Paraná.

Foram encontrados dois *pools* de *Ae. albopictus* proveniente de ovitrampa, um da cidade de Antonina e outro de Morretes, positivos para DENV, o que indica transmissão transovariana por essa espécie.

Considerando que o litoral paranaense tem registrado casos autóctones de infecção por arbovírus (PARANÁ, 2022), acompanhado principalmente pela chegada da espécie *Ae. aegypti*, é de extrema importância entender a sazonalidade de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* nesta região. Além disso, investigações sobre a presença da espécie *Ae. albopictus* em relação a espécie *Ae. aegypti* e a infecção natural por arbovírus seriam altamente recomendadas.

LIMITAÇÕES DO ESTUDO

Como uma das limitações deste estudo temos o fato que não foram todos os municípios que seguiram a metodologia de coleta propostas para as amostras, rigorosamente, impedindo verificássemos os padrões de distribuição e influência de variáveis climáticas na oviposição de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* nos municípios de antonina e Paranaguá.

Outra limitação refere-se ao fato que não há dados climáticos para todos os sete municípios do litoral do Paraná para o período de tempo estabelecido, impossibilitando um análise individual por município dos fatores que possam ter influenciado para a entrada estabelecimento de *Ae. aegypti* no litoral do Paraná.

RECOMENDAÇÕES ESTUDOS FUTUROS

Diante destes resultados novos estudos sobre a presença da espécie *Ae. albopictus* em relação a espécie *Ae. aegypti*, coexistências destas duas espécies e a infecção natural por arbovírus em mosquitos são recomendadas nessas áreas. Ae. aegypti e Ae. albopictus constituem importantes vetores e fatores relacionados a sua ecoepidemiologia e deve ser ampliado nesta região.

REFERÊNCIAS GERAIS

AGARWAL, A.; DASH, P. K.; SINGH, A. K.; et al. Evidence of Experimental Vertical Transmission of Emerging Novel ECSA Genotype of Chikungunya Virus in *Aedes aegypti*. **PLoS Negl Trop Dis.**, v. 8, n. 7, 2014.

AGOSTINELLI, C.; LUND, U. **R Package Circular:** Circular Statistics (Version 0.4-7), 2013. San Luis Obispo, California, USA: CA: Department of Environmental Sciences, Informatics and Statistics, Ca' Foscari University, Venice, Italy; UL: Department of Statistics, California Polytechnic State University.

AJUZ, L. C.; VESTENA, L. R. Influência da pluviosidade e temperatura ambiente na longevidade e fecundidade dos *Aedes aegypti* e *albopictus* na cidade de Guarapuava-PR e possibilidade de superinfestação. **Hygeia**, v. 10, n. 8, p. 1–18, 2014.

ALENCAR, C. H. M. DE; ALBUQUERQUE, L. M. DE; AQUINO, T. M. F. DE; et al. Potencialidades do *Aedes albopictus* como vetor de arboviroses no Brasil: um desafio para a atenção primária. **Rev. APS**, v. 11, n. 4, p. 459–467, 2008.

ALFSNES, K.; ELDHOLM, V.; GAUNT, M. W.; DE LAMBALLERIE, X.; GOULD, E. A.; PETTERSSON, J. H. O. Tracing and tracking the emergence, epidemiology and dispersal of dengue virus to Africa during the 20th century. **One Health**, v. 13, 2021.

ALMEIDA, A. P. . Mosquitoes (Diptera, Culicidae) and their medical importance for Portugal: challenges for the 21st century. **Acta Medic. Portug.**, v. 24, n. 6, p. 961–74, 2011.

ALTO, B. W.; BETTINARDI, D. J.; ORTIZ, S. Interspecific larval competition differentially impacts adult survival in dengue vectors. **J Med Entomol.**, v. 52, n. 2, p. 163–170, 2015.

ALTO, B. W.; JULIANO, S. A. Precipitation and Temperature Effects on Populations of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae): Implications for Range Expansion. **J Med Entomol.**, v. 38, n. 5, p. 646–656, 2001.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; DE MORAES GONÇALVES, J. L.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013.

AMARAL, R. J. V. DO; PETRETSKI, M. D. Interação Patógeno-Vetor: Dengue. In: Tópicos Avançados em Entomologia Molecular. **Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Entomologia Molecular** (Ed.). Rio de Janeiro: INCTEM Cap. 14, 2012. p.1–31.

AMRAOUI, F.; PAIN, A.; PIORKOWSKI, G.; et al. Experimental Adaptation of the Yellow Fever Virus to the Mosquito *Aedes albopictus* and Potential risk of urban epidemics in Brazil, South America. **Scientific Reports**, v. 8, n. 1, p. 14337, 2018.

ARDUINO, M. DE B.; MUCCI, L. F.; SANTOS, L. M. DOS; SOARES, M. F. DE S. Importance of microenvironment to arbovirus vector distribution in an urban area, São Paulo, Brazil. **Rev. Soc. Bras. Med. Trop**, v. 53, n. e20190504, p. 1–10, 2020.

ARMBRUSTER, P. A. Photoperiodic Diapause and the Establishment of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in North America. **J Med Entomol.**, v. 53, n. 5, p. 1013–1023, 2016.

AYLLÓN, T.; CÂMARA, D. C. P.; MORONE, F. C.; et al. Dispersion and oviposition of *Aedes albopictus* in a Brazilian slum: Initial evidence of Asian tiger mosquito domiciliation in urban environments. **PLoS One**, v. 13, n. 4, p. e0195014, 2018.

AYLLÓN, T.; CAMPOS, R. DE M.; BRASIL, P.; et al. Early evidence for Zika virus circulation among *aedes aegypti* mosquitoes, Rio de Janeiro, Brazil. **Emerge. Infect Dis.** v. 23, n. 8, p.1411–1412, 2017.

BARBOSA, R. M. R.; MELO-SANTOS, M. A. V. DE; SILVEIRA JR, J. C.; et al. Infestation of an endemic arbovirus area by sympatric populations of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in Brazil. **Mem. Inst. Oswaldo Cruz**, v. 115, 2020.

BARGIELOWSKI, I. E.; LOUNIBOS, L. P. Satyrization and satyrization-resistance in competitive displacements of invasive mosquito species. **Insect Science**, v. 23, n. 2, p. 162–174, 2016.

BARGIELOWSKI, I. E.; LOUNIBOS, L. P.; CARRASQUILLA, M. C. Evolution of resistance to satyrization through reproductive character displacement in populations of invasive dengue vectors. **Proc Natl Acad Sci U S A**, v. 110, n. 8, p. 2888–2892, 2013.

BARRERA, R. Competition and resistance to starvation in larvae of container-inhabiting *Aedes* mosquitoes. **Ecol Entomol.**, v. 21, n. 2, p. 117–127, 1996.

BARRERA, R.; AMADOR, M.; ACEVEDO, V.; BELTRAN, M.; MUÑOZ, J. L. A comparison of mosquito densities, weather and infection rates of *Aedes aegypti* during the first epidemics of Chikungunya (2014) and Zika (2016) in areas with and without vector control in Puerto Rico. **Medical and Veterinary Entomology**, v. 33, n. 1, p. 68–77, 2019.

BARROS, A. J. DE; LAUDARES, S.; ROMÃO, E. M.; et al. Uma revisão sobre o vírus da dengue e seus vetores. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 10, p. e289101018733, 2021.

BARZON, L.; GOBBI, F.; CAPELLI, G.; et al. Autochthonous dengue outbreak in Italy 2020: clinical, virological and entomological findings. **Journal of Travel Medicine**, v. 28, n. 8, p. 130, 2021.

BATES, D.; MAECHLER, M.; BOLKER, B.; WALKER, S. Lme4: Linear Mixed-Effects Models Using S4 Classes, 2014. Disponível em: http://lme4.r-forge.r-project.org/. Acesso em: 15 set. 2019.

BEATY, B. J.; TESH, R. B.; AITKEN, T. H. G. Transovarial Transmission of Yellow Fever Virus in Stegomyia Mosquitoes. **Am J Trop Med Hyg.**, v. 29, n. 1, p. 125–132, 1980.

BECK, H. E.; ZIMMERMANN, N. E.; MCVICAR, T. R.; et al. Present and future köppen-geiger climate classification maps at 1-km resolution. **Scientific Data**, v. 5, 2018.

BECKER, B.; LEISNHAM, P. T.; LADEAU, S. L. A tale of two city blocks: Differences in immature and adult mosquito abundances between socioeconomically different urban blocks in Baltimore (Maryland, USA). **Int J Environ Res Public Health**, v. 11, n. 3, p. 3256–3270, 2014.

BELLINI, R.; MICHAELAKIS, A.; PETRIĆ, D.; et al. Practical management plan for invasive mosquito species in Europe: I. Asian tiger mosquito (*Aedes albopictus*). **Travel Medicine and Infectious Disease**, v. 35, p. 101691, 2020.

BENELLI, G.; WILKE, A. B. B.; BEIER, J. C. *Aedes albopictus* (Asian Tiger Mosquito). **Trends in Parasitology**, v. 36, n. 11, p. 942–943, 2020.

BERMUDI, P. M. M.; KOWALSKI, F.; MENZATO, M. M.; et al. Criadouro de *Aedes aegypti* em reservatório subterrâneo de água da chuva: um alerta. **Rev. Saúde Pública**, v. 51, p. 122–127, 2017.

BEZERRA, J. M. T.; ARAÚJO, R. G. P.; MELO, F. F.; et al. *Aedes (Stegomyia) albopictus*' dynamics influenced by spatiotemporal characteristics in a Brazilian dengue-endemic risk city. **Acta Tropica**, v. 164, p. 431–437, 2016.

BHATT, S.; GETHING, P. W.; BRADY, O. J.; et al. The global distribution and burden of dengue. **Nature**, v. 496, n. 7446, p. 504–507, 2013.

BOONKLONG, O.; BHUMIRATANA, A. Seasonal and Geographical Variation of Dengue Vectors in Narathiwat, South Thailand. **Can J Infect Dis Med Microbiol.**, v. 2016, 2016.

BORGHERINI, G.; POUBEAU, P.; STAIKOWSKY, F.; et al. Outbreak of chikungunya on Reunion Island: Early clinical and laboratory features in 157 adult patients. **Clinical Infectious Diseases**, v. 44, n. 11, p. 1401–1407, 2007.

BOYER, S.; TOTY, C.; JACQUET, M.; LEMPÉRIÈRE, G.; FONTENILLE, D. Evidence of Multiple Inseminations in the Field in *Aedes albopictus*. **PLoS One**, v. 7, n. 8, p. e42040, 2012.

BRADY, O. J.; GETHING, P. W.; BHATT, S.; et al. Refining the Global Spatial Limits of Dengue Virus Transmission by Evidence-Based Consensus. **PLoS Negl Trop Dis**, v. 6, n. 8, p. e1760, 2012.

BRADY, O. J.; GOLDING, N.; PIGOTT, D. M.; et al. Global temperature constraints on *Aedes aegypti* and *Ae. albopictus* persistence and competence for dengue virus transmission. **Parasites & Vectors**, v. 7, n. 1, p. 338, 2014.

BRADY, O. J.; HAY, S. I. The global expansion of dengue: How *Aedes aegypti* mosquitoes enabled the first pandemic arbovirus. **Annual Review of Entomology**, v. 65, p. 191-208, 2020.

BRADY, O. J.; JOHANSSON, M. A.; GUERRA, C. A.; et al. Modelling adult *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* survival at different temperatures in laboratory and field settings. **Parasites and Vectors**, v. 6, n. 1, 2013.

BRAGA, C.; LUNA, C. F.; MARTELLI, C. M. T.; et al. Seroprevalence and risk factors for dengue infection in socio-economically distinct areas of Recife, Brazil. **Acta Tropica**, v. 113, n. 3, p. 234–240, 2010.

BRAGA, I. A.; VALLE, D. *Aedes aegypti* - Histórico do controle no Brasil. **Epidemiol. Serv. Saúde**, v. 16, n. 2, p. 113–118, 2007.

BRAKS, M. A. H.; HONÓRIO, N. A.; LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, R.; JULIANO, S. A.; LOUNIBOS, L. P. Convergent Habitat Segregation of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in Southeastern Brazil and Florida. **J Med Entomol.**, v. 40, n. 6, p. 785–794, 2003.

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil:** texto constitucional promulgado em 5 de outubro de 1988, compilado até a Emenda Constitucional nº110/2021. Brasília, DF: Senado Federal, 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. Monitoramento dos casos de arboviroses urbanas transmitidas pelo *Aedes* (dengue, Chikungunya e Zika) – Situação epidemiológica de 2022. In: SECRETARIA DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE (Ed.). **Boletim Epidemiológico**, n. 53. Brasília, DF, 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. **Levantamento Rápido de Índices para *Aedes Aegypti* (LIRAa) para vigilância entomológica do *Aedes aegypti* no Brasil:** metodologia para avaliação dos índices de Breteau e Predial e tipo de recipientes. 1ª ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2013.

BRESLOW, N. E.; CLAYTON, D. G. Approximate Inference in Generalized Linear Mixed Models. **Journal of the American Statistical Association**, v. 88, n. 421, p. 9–25, 1993.

BRIEGEL, H.; HEFTI, M.; DIMARCO, E. Lipid metabolism during sequential gonotrophic cycles in large and small female *Aedes aegypti*. **J Insect Physiol**, v. 48, n. 5, p. 547-554, 2002.

BROCHE, R. G.; BORJA, E. M. *Aedes albopictus* in Cuba. **J Am Mosq Control Assoc.**, v. 15, n. 4, p. 569–570, 1999.

BROWN, H. E.; COX, J.; COMRIE, A. C.; BARRERA, R. Habitat and density of oviposition opportunity influences *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) flight distance. **J Med Entomol.**, v. 54, n. 5, p. 1385–1389, 2017.

BROWN, J. E; EVANS, B. R.; ZHENG, W.; et al. Human impacts have shaped historical and recent evolution in *Aedes aegypti*, the dengue and yellow fever mosquito. **Evolution**, v. 68, n. 2, p. 514–525, 2014.

BRUDEKI, N. M. A exploração econômica do setor de turismo e os efeitos nos serviços sanitários do litoral paranaense. **Caderno Virtual de Turismo**, v. 6, n. 4, p. 69–79, 2006.

CÂMARA, D. C. P.; CODEÇO, C. T.; AYLLÓN, T.; et al. Entomological Surveillance of *Aedes* Mosquitoes: Comparison of Different Collection Methods in an Endemic Area in Rio de Janeiro, Brazil. **Trop Med Infect Dis.**, v. 7, n. 7, 2022.

CÂMARA, D. C. P.; CODEÇO, C. T.; JULIANO, S. A.; et al. Seasonal differences in density but similar competitive impact of *Aedes albopictus* (Skuse) on *Aedes aegypti* (L.) in Rio de Janeiro, Brazil. **PLoS One**, v. 11, n. 6, 2016.

CÂMARA, F. P.; THEOPHILO, R. L. G.; SANTOS, G. T. DOS; et al. Estudo retrospectivo (histórico) da dengue no Brasil: características regionais e dinâmicas. **Rev. Soc. Bras. Med. Trop**, v. 40, n. 2, p. 192–196, 2007.

CAMPOS, G. S.; BANDEIRA, A. C.; SARDI, S. I. Zika Virus Outbreak, Bahia, Brazil. **Emerg Infect Dis**, v. 21, n. 10, p. 1885–1886, 2015.

CAO-LORMEAU, V.-M.; ROCHE, C.; TEISSIER, A.; et al. Zika Virus, French Polynesia, South Pacific, 2013. **Emerg Infect Dis**, v. 20, n. 6, p. 1084–1086, 2014.

CARNEIRO, M. A. F.; ALVES, B. DA C. A.; GEHRKE, F. DE S.; et al. Environmental factors can influence dengue reported cases. **Revista da Associação Médica Brasileira**, v. 63, n. 11, p. 957–961, 2017.

CARVALHO, G. D. O.; TAROUCO, F. F.; COLUSSO, I. Driblando a sazonalidade: soluções criativas para cidades litorâneas que recebem o turismo de verão. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, v. 8, n. 63, 2020.

CARVALHO, R. G.; LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, R.; BRAGA, I. A. Updating the geographical distribution and frequency of *Aedes albopictus* in Brazil with remarks regarding its range in the Americas. **Mem. Inst. Oswaldo Cruz**, v. 109, n. 6, p. 787–796, 2014.

CAUCHEMEZ, S.; LEDRANS, M.; POLETTO, C.; et al. Local and regional spread of chikungunya fever in the Americas. **Euro Surveill**, v. 19, n. 28, p. 20854, 2014.

CAVALCANTE, K. R. L. J.; TAUIL, P. L. Características epidemiológicas da febre amarela no Brasil, 2000-2012. **Epidemiol. Serv. Saúde**, v. 25, n. 1, p. 11–20, 2016.

CAVALCANTI, I. F. DE A.; FERREIRA, N. J.; SILVA, M. G. A. J. DA; DIAS, M. A. F. DA S. **Tempo e Clima no Brasil.** 1º ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

CECÍLIO, A.B.; CAMPANELLI, E.S.; SOUZA, K.P.R.; FIGUEIREDO, L.B.; RESENDE, M.C. Natural vertical transmission by *Stegomyia albopicta* as dengue vector in Brazil. **Brazil. Jour. of Biology**, v.*69*, n.1, p. 123–127, 2009.

CECÍLIO, S. G.; JÚNIOR, W. F. S.; TÓTOLA, A. H.; et al. Dengue virus detection in *Aedes aegypti* larvae from southeastern Brazil. **J Vector Ecol**, v. 40, n. 1, p. 71–74, 2015.

CEVALLOS, V.; PONCE, P.; WAGGONER, J. J.; et al. Zika and Chikungunya virus detection in naturally infected *Aedes aegypti* in Ecuador. **Acta Tropica**, v. 177, n. 2017, p. 74-80, 2018.

CHADEE, D. D. Oviposition strategies adopted by gravid *Aedes aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae) as detected by ovitraps in Trinidad, West Indies (2002-2006). **Acta Tropica**, v. 111, n. 3, p. 279–283, 2009.

CHADEE, D. D.; BEIER, J. C.; MOHAMMED, R. T. Fast and slow blood-feeding durations of *Aedes aegypti* mosquitoes in Trinidad. **J Vector Ecol**, v. 27, n. 2, p. 172–7, 2002.

CHIEFFI, P. P. Algumas questões decorrentes da reintrodução do *Aedes aegypti* no Brasil. **Cad. Saúde Pública** , v. 1, n. 3, p. 385–387, 1985.

CHITOLINA, R. F.; ANJOS, F. A.; LIMA, T. S.; et al. Raw sewage as breeding site to *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Diptera, culicidae). **Acta Tropica**, v. 164, p. 290–296, 2016.

CHOMPOOSRI, J.; THAVARA, U.; TAWATSIN, A.; et al. Vertical transmission of Indian Ocean Lineage of chikungunya virus in *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* mosquitoes. **Parasites & Vectors**, v. 9, n. 1, p. 227, 2016.

CHOUIN-CARNEIRO, T.; DOS SANTOS, F. B. Transmission of Major Arboviruses in Brazil: The Role of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* Vectors. In: SHIELDS, V. D. (Ed.). **Biol. Control Pest and Vec. Insec**. London: IntechOpen, 2017.

CHOUIN-CARNEIRO, T.; VEGA-RUA, A.; VAZEILLE, M.; et al. Differential Susceptibilities of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* from the Americas to Zika Virus. **PLoS Negl Trop Dis**, v. 10, n. 3, p. e0004543, 2016.

CHRETIEN, J.-P.; ANYAMBA, A.; BEDNO, S. A.; et al. Drought-associated chikungunya emergence along coastal East Africa. **Am J Trop Med Hyg.**, v. 76, n. 3, p. 405–7, 2007.

CONSOLI, R. A. G. B.; LOURENÇO DE OLIVEIRA, R. **Principais Mosquitos de Importância Sanitária no Brasil**. Rio de Janeiro, 1994.

CORE TEAM. R: A Language and Environment for Statistical Computing (Version 3.4.2). , 2018. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing.

COSTA-RIBEIRO, M. C. V. DA; LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, R.; FAILLOUX, A. B. Geographic and temporal genetic patterns of *Aedes aegypti* populations in Rio de Janeiro, Brazil. **Trop Med Int Health.**, v. 11, n. 8, p. 1276–1285, 2006.

COSTA-RIBEIRO, M. C. V. DA; SANTOS-NETO, L. G. DOS. Primeiro registro de *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Skuse) (Diptera, Culicidae) em Morretes, planície litorânea do Estado do Paraná, Brasil. **Rev. Brasil. Zoo.**, v. 18, n. supl. 1, p. 347–348, 2001.

COSTA, A. C.; CODEÇO, C. T.; HONÓRIO, N. A.; et al. Surveillance of dengue vectors using spatio-temporal Bayesian modeling. **BMC**, v. 15, n. 1, p. 93, 2015.

COSTA, C. F. DA; DOS PASSOS, R. A.; LIMA, J. B. P.; et al. Transovarial transmission of DENV in *Aedes aegypti* in the Amazon basin: a local model of xenomonitoring. **Parasites & Vectors**, v. 10, n. 1, p. 249, 2017.

COSTA, C. F. DA; SILVA, A. V. DA; NASCIMENTO, V. A. DO; et al. Evidence of vertical transmission of Zika virus in field-collected eggs of *Aedes aegypti* in the Brazilian Amazon. **PLoS Negl Trop Dis**, v. 12, n. 7, 2018.

COSTA, M. 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. **Aleph**, 2001.

COSTA, Z. G. A.; ROMANO, A. P. M.; ELKHOURY, A. N. M.; FLANNERY, B. Evolução histórica da vigilância epidemiológica e do controle da febre amarela no Brasil. **Revista Pan-Amazônica de Saúde**, v. 2, n. 1, p. 11–26, 2011.

COUTO-LIMA, D.; MADEC, Y.; BERSOT, M. I.; et al. Potential risk of re-emergence of urban transmission of Yellow Fever virus in Brazil facilitated by competent *Aedes* populations. **Scientific Reports**, v. 7, n. 1, p. 4848, 2017.

CRUZ, L. C. DE T. A. DA; SERRA, O. P.; LEAL-SANTOS, F. A.; et al. Natural transovarial transmission of dengue virus 4 in *Aedes aegypti* from Cuiabá, State of Mato Grosso, Brazil. **Rev. Soc. Bras. Med. Trop**, v. 48, n. 1, p. 18–25, 2015.

CUNZE, S.; KOCHMANN, J.; KOCH, L. K.; KLIMPEL, S. *Aedes albopictus* and its environmental limits in Europe. **PLoS One**, v. 11, n. 9, 2016.

CURITIBA. Prefeitura Municipal de Curitiba. **Dengue**. Disponível em: https://saude.curitiba.pr.gov.br/vigilancia/saude-ambiental/dengue.html. Acesso em: 6 set. 2020.

CUSTÓDIO, J. M. DE O.; NOGUEIRA, L. M. S.; SOUZA, D. A.; et al. Abiotic factors and population dynamic of *aedes aegypti* and *aedes albopictus* in an endemic area of dengue in Brazil. **Rev. Inst. Med. trop. S. Paulo**, v. 61, 2019.

DA COSTA, C. F.; DOS PASSOS, R. A.; LIMA, J. B. P.; et al. Transovarial transmission of DENV in *Aedes aegypti* in the Amazon basin: a local model of xenomonitoring. **Parasites & Vectors**, v. 10, n. 1, p. 1–9, 2017.

DA CRUZ FERREIRA, D. A.; DEGENER, C. M.; DE ALMEIDA MARQUES-TOLEDO, C.; et al. Meteorological variables and mosquito monitoring are good predictors for infestation trends of *Aedes aegypti*, the vector of dengue, chikungunya and Zika. **Parasites & Vectors**, v. 10, n. 1, p. 1–11, 2017.

DALPADADO, R.; AMARASINGHE, D.; GUNATHILAKA, N.; ARIYARATHNA, N. Bionomic aspects of dengue vectors *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* at domestic settings in urban, suburban and rural areas in Gampaha District, Western Province of Sri Lanka. **Parasites & Vectors**, v. 15, n. 1, p. 148, 2022.

DE OLIVEIRA, E.; TRENTIN, T. DE C.; CAMARGO, F.; PINTO, Y. D. P.; MARTINS, D. B. **Eletroforese: Conceitos e aplicações**. Enciclopédia Biosfera, p. 1129–1149, 2015.

DI LUCA, M.; SEVERINI, F.; TOMA, L.; et al. Experimental studies of susceptibility of Italian *Aedes albopictus* to Zika virus. **Euro Surveill**, v. 21, n. 18, 2016.

DINIZ, D. F. A.; DE ALBUQUERQUE, C. M. R.; OLIVA, L. O.; DE MELO-SANTOS, M. A. V.; AYRES, C. F. J. Diapause and quiescence: dormancy mechanisms that contribute to the geographical expansion of mosquitoes and their evolutionary success. **Parasites & Vectors**, v. 10, n. 1, p. 310, 2017.

DONALISIO, M. R.; FREITAS, A. R. R.; ZUBEN, A. P. B. VON. Arboviruses emerging in Brazil: challenges for clinic and implications for public health. **Rev. Saúd. Públ.**, v. 51, 2017.

DONATTI, J. E.; GOMES, A. D. C. Adultrap: Descrição de armadilha para adulto de *Aedes aegypti* (Diptera, Culicidae). **Rev. Bras. entomol.** , v. 51, n. 2, p. 255–256, 2007.

DUNCOMBE, J.; ESPINO, F.; MAROLLANO, K.; et al. Characterizing the spatial dynamics of sympatric *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* populations in the Philippines. **Geosp. health**, v. 8, n. 1, p. 255, 2013.

DUQUE, L.; JONNY, E.; DA SILVA, R. V.; KUWABARA, E. F. ,; NAVARRO-SILVA, M. A. Dengue no Estado do Paraná, Brasil: distribuição temporal e espacial no período 1995-2007. **Rev. Univ. Ind. Santander**, v. 42, n. 2, p. 113–122, 2010.

EADS, R. B. Recovery of *Aedes albopictus* from used tires shipped to United States ports. **Mosq. News**, v. 32, n. 1, p. 113–114, 1972.

EBERT, D. The epidemiology and evolution of symbionts with mixed-mode transmission. **Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst**, v. 44, n.1, p.623-643, 2013.

ECDC. European Centre for Disease Prevention and Control. **Dengue outbreak in Madeira, Portugal, March 2013**. Stockholm, 2014.

EDILLO, F. E.; SARCOS, J. R.; SAYSON, S. L. Natural vertical transmission of dengue viruses in *Aedes aegypti* in selected sites in Cebu City, Philippines. **J Vector Ecol**, v. 40, n. 2, p. 282–91, 2015.

EGID, B. R.; COULIBALY, M.; DADZIE, S. K.; et al. Review of the ecology and behavior of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in Western Africa and implications

for vector control. **Current Research in Parasitology & Vector-Borne Diseases**, v. 2, p. 100074, 2022.

ESPINOSA, M.; GIAMPERETTI, S.; ABRIL, M.; SEIJO, A. Transmisión vertical de virus dengue en *Aedes aegypti*, capturados en Puerto Iguazú, Misiones, Argentina. **Rev. Inst. Med. trop. S. Paulo**, v. 56, n. 2, p. 165–167, 2014.

ESRI. Environmental Systems Research Institute. **Spatial Analysis and Data Science- ArcGis 10.5**, 2017.

ESTADES, N. P. O Litoral do Paraná: entre a riqueza natural e a pobreza social. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 8, n. 8, p. 25–41, 2003.

FARNESI, L. C.; MARTINS, A. J.; VALLE, D.; REZENDE, G. L. Embryonic development of *Aedes aegypti (*Diptera: Culicidae): influence of different constant temperatures. **Mem. Inst. Oswaldo Cruz**, v. 104, n. 1, p. 124–126, 2009.

FAY, R.; ELIASON, D. A preferred oviposition site as a surveillance method for *Aedes aegypti*. **Mosquito News**, v. 26, n. 4, p. 531–535, 1966.

FAYE, O.; FAYE, O.; DUPRESSOIR, A. et al. One-step RT-PCR for detection of Zika virus. **J Clin Virol.**, v. 43, n. 1, p. 96–101, 2008.

FERNANDES, R. S.; O'CONNOR, O.; BERSOT, M. I. L.; et al. Vector competence of *aedes aegypti, aedes albopictus* and *culex quinquefasciatus* from Brazil and New Caledonia for three Zika virus lineages. **Pathogens**, v. 9, n. 7, p. 1–17, 2020.

FERNÁNDEZ, Z.; FORATTINI, O. P. Survival of *Aedes albopictus* in Brazil: Physiological age and reproductive history. **Rev. Saúde Pública**, v. 37, n. 3, p. 285–291, 2003.

FERRAGUTI, M.; MARTÍNEZ-DE LA PUENTE, J.; ROIZ, D.; et al. Effects of landscape anthropization on mosquito community composition and abundance. **Scientific Reports**, v. 6, n. 1, p. 29002, 2016.

FERREIRA-DE-BRITO, A.; RIBEIRO, I. P.; MIRANDA, R. M. DE; et al. First detection of natural infection of *aedes aegypti* with Zika virus in Brazil and throughout South America. **Mem. Inst. Oswaldo Cruz**, v. 111, n. 10, p. 655–658, 2016.

FERREIRA-DE-LIMA, V. H.; CÂMARA, D. C. P.; HONÓRIO, N. A.; LIMA-CAMARA, T. N. The Asian tiger mosquito in Brazil: Observations on biology and ecological interactions since its first detection in 1986. **Acta Tropica**, n. 205, p.105386, 2020.

FERREIRA-DE-LIMA, V. H.; LIMA-CAMARA, T. N. Natural vertical transmission of dengue virus in *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*: a systematic review. **Parasites & Vectors**, v. 11, n. 1, p. 77, 2018.

FERREIRA, E. T. DE A.; MATOS-ROCHA, T. J.; CALHEIROS, C. M. L. Identification of the diversity of possible breeding sites used by *Aedes aegypti* in construction works. **Diversitas Journal**, v. 7, n. 1, p. 0148–0162, 2022.

FINLAY, C. J. El mosquito hipotéticamente considerado como agente de transmisión de la fiebre amarilla. **An Acad Cien Med Fis Natur Habana**, n. 18, p. 147–169, 175–177, 1881.

FIORI, C. O.; CANALI, N. E.; KOZCIAK, S. Mapeamento geomorfológico do litoral paranaense. **Sociedade & Natureza**, v. 8, n. 15, p. 182–186, 2021.

FONSECA JÚNIOR, D. P. DA; SERPA, L. L. N.; BARBOSA, G. L.; et al. Vectors of arboviruses in the state of São Paulo: 30 years of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*. **Rev. Saúde Pública**, v. 53, p. 84, 2019.

FONTENILLE, D.; RODHAIN, F. Biology and distribution of *Aedes albopictus* and *Aedes aegypti* in Madagascar. **J Am Mosq Control Assoc**, v. 5, n. 2, p. 219–225, 1989.

FORATTINI, O. P. **Culicidologia Médica:** Identificação, Biologia, Epidemiologia. 1ª ed. São Paulo, 2002

FORATTINI, O. P. Identificação de *Aedes (Stegomyia) Albopictus* (Skuse) no Brasil. **Rev. Saúde Pública**, v. 20, n. 3, p. 244–245, 1986.

FORATTINI, O. P.; BRITO, M. DE. Reservatórios domiciliares de água e controle do *Aedes aegypti*. **Rev. Saúde Pública**, v. 37, n. 5, p. 676–677, 2003.

FRAIHA, H. Reinfestação do Brasil pelo *Aedes aegypti*. Considerações sobre o risco de urbanização do vírus da febre amarela silvestre na região reinfestada. **Rev. Inst. Med. trop. S. Paulo**, v. 10, n. 5, p. 289–294, 1968.

FRANCO, O. **A história da febre amarela no Brasil**. Rio de Janeiro: Ministério da Saúde, 1969.

FREIRE FILHA, L. G.; SOUZA, A. M. DE P. E. Evolução da dengue no mundo. **Gest. & Tecnol. Facul. Delta**, v. 1, n. 28, p. 33–50, 2019.

FRITZSONS, E.; MANTOVANI, L. E.; WREGE, M. S.; CHAVES NETO, A. Análise da pluviometria para definição de zonas homogêneas no estado do Paraná. **Raega - O Espaço Geográfico em Análise**, v. 23, p. 555–572, 2011.

FRITZSONS, E.; MANTOVANI, L. E.; WREGE, M. S.; NETO, A. C. Rainfall analysis to define homogeneous pluvometric areas in the state of Paraná. **RAEGA**, v. 23, p. 555-57, 2011.

FUNASA, FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. **Manual de Vigilância Epidemiológica de Febre Amarela**. Brasília: Ministério da Saúde, 2002.

FUNASA. FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. **Manual de Vigilância epidemiológica de Febre Amarela**. Brasília: Ministério da Saúde, 2004.

GABIANE, G.; YEN, P. S.; FAILLOUX, A. B. *Aedes* mosquitoes in the emerging threat of urban yellow fever transmission. **Rev. in Medic. Virol.**, v. 32, n. 4, p. e2333, 2022.

GADELHA, D. P.; TODA, A. T. Biologia e comportamento do *Aedes aegypti*. **Rev. Brasi. Malariol. Doenç. Tropic.**, v. 37, p. 29–36, 1985.

GARCÍA-BETANCOURT, T.; HIGUERA-MENDIETA, D. R.; GONZÁLEZ-URIBE, C.; CORTÉS, S.; QUINTERO, J. Understanding water storage practices of urban residents of an endemic dengue area in Colombia: Perceptions, rationale and socio-demographic characteristics. **PLoS One**, v. 10, n. 6, 2015.

GIOVANETTI, M.; PEREIRA, L. A.; SANTIAGO, G. A.; et al. Emergence of Dengue Virus Serotype 2 Cosmopolitan Genotype, Brazil. **Emerg Infect Diseases**, v. 28, n. 8, p. 1725–1727, 2022.

GIRON, S.; FRANKE, F.; DECOPPET, A.; et al. Vector-borne transmission of Zika virus in Europe, southern France, August 2019. **Euro Surveill,** v. 24, n. 45, 1900655, 2019.

GLORIA-SORIA, A.; LIMA, A.; LOVIN, D. D.; et al. Origin of a high-latitude population of *aedes aegypti* in Washington, DC. **Americ. Jour. Tropic. Medic. and Hygiene**, v. 98, n. 2, p. 445–452, 2018.

GRANDADAM, M.; CARO, V.; PLUMET, S.; et al. Chikungunya virus, Southeastern France. **Emerg Infect Dis**, v. 17, n. 5, p. 910–913, 2011.

GRATZ, N. G. Critical review of the vector status of *Aedes albopictus*. **Medic. Veter. Entomol.**, v. 18, n. 3, p. 215–227, 2004.

GU, H.; LEUNG, R. K. K.; JING, Q.; et al. Meteorological factors for dengue fever control and prevention in South China. **Inter. Jour. Environ. Res. Public Health**, v. 13, n. 9, 2016.

GUBLER, D. J. Dengue and Dengue Hemorrhagic Fever. **Clin Microb Reviews**, v. 11, n. 3, p. 480–496, 1998.

GUBLER, D. J. Dengue, Urbanization and globalization: The unholy trinity of the 21 st century. **Trop. Medic. Health**, 2011.

GUBLER, D. J. Vector-borne diseases. **Rev Sci Tech.**, v. 28, n. 2, p. 583–588, 2009.

GULLAN, P. J.; CRANSTON, P. S.; SANTOS, E. DA S. A. DOS. **Insetos -** Fundamentos da Entomologia. 5ª ed. São Paulo: Roca, 2017.

GUREVITZ, J. M.; ANTMAN, J. G.; LANERI, K.; MORALES, J. M. Temperature, traveling, slums, and housing drive dengue transmission in a non-endemic metropolis. **PLoS Negl Trop Dis**, v. 15, n. 6, 2021.

HARBACH, R. **Mosquito Taxonomic Inventory**, 2022. Disponível em: www.mosquito-taxonomic-inventory.info/ Acesso em: 16 dez. 2022.

HARRINGTON, L. C.; SCOTT, T. W.; LERDTHUSNEE, K.; et al. Dispersal of the dengue vector *Aedes aegypti* within and between rural communities. **Am J Trop Med Hyg.**, v. 72, n. 2, p. 209–20, 2005.

HAWLEY, W. A. The biology of *Aedes albopictus*. **J Am Mosq Control Assoc.** Sup., v. 1, p. 1–39, 1988.

HEINISCH, M. R. S.; DIAZ-QUIJANO, F. A.; CHIARAVALLOTI-NETO, F.; et al. 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.

HIGGS, S.; BEATY, B. J. Natural cycles of vector-borne pathogens. In: MARQUARDT, W. C. (Ed.). **Biol. Diseas. Vect.** 2nd ed, p. 816, 2004.

HONÓRIO, N. A.; CABELLO, P. H.; CODEÇO, C. T.; LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, R. Preliminary data on the performance of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* immatures developing in water-filled tires in Rio de Janeiro. **Mem. Inst. Oswaldo Cruz**, v. 101, n. 2, pp. 225-228, 2006.

HONÓRIO, N. A.; CÂMARA, D. C. P.; CALVET, G. A.; BRASIL, P. Chikungunya: An arbovirus infection in the process of establishment and expansion in Brazil. **Cad. Saúde Pública** , v. 31, n.5, p. 906-908, 2015.

HONÓRIO, N. A.; CÂMARA, D. C. P.; WIGGINS, K.; EASTMOND, B.; ALTO, B. W. High-throughput method for detection of arbovirus infection of saliva in mosquitoes *aedes aegypti* and *ae. albopictus*. **Viruses**, v. 12, n. 11, 2020.

HONÓRIO, N. A.; CARRASQUILLA, M. C.; BARGIELOWSKI, I. E.; et al. Male origin determines satyrization potential of *Aedes aegypti* by invasive *Aedes albopictus.* **Biological Invasions**, v. 20, n. 3, p. 653–664, 2018a.

HONÓRIO, N. A.; CASTRO, M. G.; BARROS, F. S. M. DE; MAGALHÃES, M. DE A. F. M.; SABROZA, P. C. The spatial distribution of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in a transition zone, Rio de Janeiro, Brazil. **Cad. Saúde Pública** , v. 25, n. 6, p. 1203–1214, 2009b.

HONÓRIO, N. A.; NOGUEIRA, R. M. R.; CODEÇO, C. T.; et al. Spatial evaluation and modeling of dengue seroprevalence and vector density in Rio de Janeiro, Brazil. **PLoS Negl Trop Dis**, v. 3, n. 11, 2009a.

HONÓRIO, N. A.; SILVA, W. DA C.; LEITE, P. J.; et al. Dispersal of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in an urban endemic dengue area in the State of Rio de Janeiro, Brazil. **Mem. Inst. Oswaldo Cruz**, v. 98, n. 2, p. 191–198, 2003.

HONÓRIO, N. A.; WIGGINS, K.; CÂMARA, D. C. P.; EASTMOND, B.; ALTO, B. W. Chikungunya virus vector competency of Brazilian and Florida mosquito vectors. **PLoS Negl Trop Dis**, v. 12, n. 6, 2018b.

IBÁÑEZ-BERNAL, S.; MARTÍNEZ-CAMPOS, C. *Aedes albopictus* in Mexico. .**J Am Mosq Control Assoc**, v. 10, n. 2, p. 231–232, 1994.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Dados gerais sobre Morretes**. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/morretes/panorama. Acesso em: 30 jun. 2018.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estimativas de População 2021.** Disponível em: www.ibge.gov.br:estatisticas:sociais:populacao:9103-estimativas-de-populacao.html?=&t=resultados. Acesso em: 31 dez. 2021.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa nacional de saneamento básico 2017:** abastecimento de água e esgotamento sanitário. Rio de Janeiro: IBGE, Coordenação de População e Indicadores Sociais, 2020.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. **Banco de Dados Meteorológicos**. Disponível em: https://bdmep.inmet.gov.br/. Acesso em: 31 dez. 2021.

IPARDES. Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico Social. **Caderno Estatístico Município de Morretes**. 2019.

JOSSERAN, L.; PAQUET, C.; ZEHGNOUN, A.; et al. Chikungunya Disease Outbreak, Reunion Island. **Emerg Infect Dis**, v. 12, n. 12, p. 1994–1995, 2006.

JULIANO, S. A. Coexistence, exclusion, or neutrality? A meta-analysis of competition between *Aedes albopictus* and resident mosquitoes. **Israel Jour. of Ecol. Evolut.**, v. 56, n. 3–4, p. 325–351, 2010.

JULIANO, S. A.; LOUNIBOS, L. P. Ecology of invasive mosquitoes: effects on resident species and on human health. **Ecology Letters**, v. 8, n. 5, p. 558–574, 2005.

JULIANO, S. A.; O'MEARA, G. F.; MORRILL, J. R.; CUTWA, M. M. Desiccation and thermal tolerance of eggs and the coexistence of competing mosquitoes. **Oecologia**, v. 130, n. 3, p. 458–469, 2002.

KAMAL, M.; KENAWY, M. A.; RADY, M. H.; KHALED, A. S.; SAMY, A. M. Mapping the global potential distributions of two arboviral vectors *Aedes aegypti* and *Ae. albopictus* under changing climate. **PLoS One**, v. 13, n. 12, p. e0210122, 2018.

KHORMI, H. M.; KUMAR, L. Climate change and the potential global distribution of *Aedes aegypti*: spatial modelling using geographical information system and CLIMEX. **Geospatial health**, v. 8, n. 2, p. 405, 2014.

KIKUTI, M.; CUNHA, G. M.; PAPLOSKI, I. A. D.; et al. Spatial distribution of dengue in a Brazilian Urban slum setting: Role of socioeconomic gradient in disease risk. **PLoS Negl Trop Dis**, v. 9, n. 7, 2015.

KONAN, Y. L.; COULIBALY, Z. I.; KONÉ, A. B.; et al. Species composition and population dynamics of *Aedes* mosquitoes, potential vectors of arboviruses, at the container terminal of the autonomous port of Abidjan, Côte d'Ivoire. **Parasite**, v. 20, n. 1, 2013.

KÖPPEN, W. G.; GEIGER, R. M. Das geographische System der Klimate. **Handbuch der Klimatologie**, v. 1, p. 1–44, 1936.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Handbuch der Klimatologie in fünf Bänden**. 1º ed. Berlin, Gebrüder Borntraeger, 1936.

KRAEMER, M. U. G.; REINER, R. C.; BRADY, O. J.; et al. Past and future spread of the arbovirus vectors *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*. **Nature Microb.**, v. 4, n. 5, p. 854–863, 2019.

KRAEMER, MORITZ U. G.; SINKA, M. E.; DUDA, K. A.; et al. The global compendium of *Aedes aegypti* and *Ae. albopictus* occurrence. **Scientific Data**, v. 2, n. 1, p. 150035, 2015b.

KRAEMER, MORITZ U.G.; SINKA, M. E.; DUDA, K. A.; et al. The global distribution of the arbovirus vectors *Aedes aegypti* and *Ae. Albopictus*. **eLife**, v. 4, p. e08347, 2015a.

KRAMER, I. M.; KRESS, A.; KLINGELHÖFER, D.; et al. Does winter cold really limit the dengue vector *Aedes aegypti* in Europe? **Parasites & Vectors**, v. 13, n. 1, 2020.

KRAMER, I. M.; PFEIFFER, M.; STEFFENS, O.; et al. The ecophysiological plasticity of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* concerning overwintering in cooler ecoregions is driven by local climate and acclimation capacity. **Sci. Total Envir.**, v. 778, 2021.

KUNO, G. Revisiting Houston and Memphis: The background histories behind the discovery of the infestation by *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in the united states and their significance in the contemporary research. **J Med Entomol.**, v. 49, n. 6, p. 1163–1176, 2012.

LA RUCHE, G.; SOUARÈS, Y.; ARMENGAUD, A.; et al. First two autochthonous dengue virus infections in metropolitan France, September 2010. **Euro surveil**, v. 15, n. 39, p. 1–5, 2010.

LAI, Z.; ZHOU, T.; LIU, S.; et al. Vertical transmission of Zika virus in *aedes albopictus.* **PLoS Negl Trop Dis**, v. 14, n. 10, p. 1–16, 2020.

LANCIOTTI, R. S.; CALISHER, C. H.; GUBLER, D. J.; CHANG, G. J.; VORNDAM, A. V. Rapid detection and typing of dengue viruses from clinical samples by using reverse transcriptase-polymerase chain reaction. **Journal of Clinical Microbiology**, v. 30, n. 3, p. 545–551, 1992.

LANCIOTTI, R. S.; VALADERE, A. M. Transcontinental Movement of Asian Genotype Chikungunya Virus. **Emerg Infect Dis**, v. 20, n. 8, p. 1400, 2014.

LAYCOCK, T.; UREÑA PANIEGO, C.; JAVIER, J. The threat of mosquito-borne arboviral disease in Spain: A bibliographic review. **Medic. Clínic. (English Edition)**, v. 158, n. 8, p. 378–386, 2022.

LEISNHAM, P. T.; JULIANO, S. A. Spatial and temporal patterns of coexistence between competing *Aedes mosquitoes* in urban Florida. **Oecologia**, v. 160, n. 2, p. 343–352, 2009.

LEPARC-GOFFART, I.; NOUGAIREDE, A.; CASSADOU, S.; PRAT, C.; DE LAMBALLERIE, X. Chikungunya in the Americas. **The Lancet**, v. 383, n. 9916, p. 514, 2014.

LEQUIME, S.; PAUL, R. E.; LAMBRECHTS, L. Determinants of Arbovirus Vertical Transmission in Mosquitoes. **PLoS Pathogens**, v.12, n. 5, p. e1005548, 2016.

LETA, S.; BEYENE, T. J.; DE CLERCQ, E. M.; et al. Global risk mapping for major diseases transmitted by *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*. **Internat. Jour. Infec. Diseas.**, v. 67, p. 25–35, 2018.

LI, C.; GUO, X.; DENG, Y.; et al. Vector competence and transovarial transmission of two *Aedes aegypti* strains to Zika virus. **Emerg. Microb. Infect.**, v. 6, n. 1, p. 1–7, 2017.

LIMA-CAMARA, T. N. DE; HONÓRIO, N. A.; LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, R. Frequência e distribuição espacial de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* (Diptera, Culicidae) no Rio de Janeiro, Brasil. **Cad. Saúde Pública** , v. 22, n. 10, p. 2079–2084, 2006.

LIMA-CAMARA, T. N. Emerging arboviruses and public health challenges in Brazil. **Rev. de Saúd. Pub.**, v. 50, 2016.

LIMA-CAMARA, T. N.; CODEÇO, C. T. ORRES; HONÓRIO, N. A. LVES; et al. Male accessory gland substances from *Aedes albopictus* affect the locomotor activity of *Aedes aegypti* females. **Mem. Inst. Oswaldo Cruz**, v. 108, p. 18–25, 2013.

LIMA-CAMARA, T. N.; LIMA, J. B. P.; BRUNO, R. V.; PEIXOTO, A. A. Effects of insemination and blood-feeding on locomotor activity of *Aedes albopictus* and *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) females under laboratory conditions. **Parasites & Vectors**, v. 7, n. 1, p. 304, 2014.

LIMA-CAMARA, T. N.; URBINATTI, P. R.; CHIARAVALLOTI-NETO, F. Finding *Aedes aegypti* in a natural breeding site in an urban zone, Sao Paulo, Southeastern Brazil. **Rev. de Saúd. Pub.**, v. 50, 2016.

LIPSITCH, M.; SILLER, S.; NOWAK, M. A. The evolution of virulence in pathogens with vertical and horizontal transmission. **Evolution**, v. 50, n. 5, p. 1729-1741, 1996.

LITTLE, E.; BIEHLER, D.; LEISNHAM, P. T.; et al. Socio-ecological mechanisms supporting high densities of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in Baltimore, MD. **J Med Entomol.**, v. 54, n. 5, p. 1183–1192, 2017.

LOPES, J.; SILVA, M. A. N. DA; BORSATO, A. M.; OLIVEIRA, V. D. R. B. DE; OLIVEIRA, F. J. DE A. *Aedes (Stegomyia) aegypti* L. e a culicideofauna associada em área urbana da região sul, Brasil. **Rev. Saúde Pública**, v. 27, n. 5, p. 326–333, 1993.

LOPES, N.; NOZAWA, C.; LINHARES, R. E. C. Características gerais e epidemiologia dos arbovírus emergentes no Brasil. **Rev.a Pan-Amaz. de Saúde**, v. 5, n. 3, 2014.

LOUNIBOS, L. P. Invasions by Insect Vectors of Human Disease. **Ann. Rev. of Entomology**, v. 47, n. 1, p. 233–266, 2002.

LOUNIBOS, L. P.; BARGIELOWSKI, I.; CARRASQUILLA, M. C.; NISHIMURA, N. Coexistence of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in Peninsular Florida Two Decades After Competitive Displacements. **J Med Entomol.**, v. 53, n. 6, p. 1385–1390, 2016.

LOUNIBOS, L. P.; JULIANO, S. A. Where vectors collide: the importance of mechanisms shaping the realized niche for modeling ranges of invasive *Aedes* mosquitoes. **Biolog. Invasions**, v. 20, n. 8, p. 1913–1929, 2018.

LOUNIBOS, L. P.; O'MEARA, G. F.; JULIANO, S. A.; et al. Differential survivorship of invasive mosquito species in south Florida cemeteries: Do site-specific microclimates explain patterns of coexistence and exclusion? **Ann Entomol Soc Am**, v. 103, n. 5, p. 757–770, 2010.

LOURENÇO DE OLIVEIRA, R.; VAZEILLE, M.; DE FILIPPIS, A. M. B.; FAILLOUX, A.-B. Large genetic differentiation and low variation in vector competence for dengue and yellow fever viruses of *Aedes albopictus* from Brazil, the United States, and the Cayman Islands. **Am J Trop Med Hyg.**, v. 69, n. 1, p. 105–14, 2003.

LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, R.; CASTRO, M. G.; BRAKS, M. A. H.; LOUNIBOS, L. P. The invasion of urban forest by dengue vectors in Rio de Janeiro. **J Vector Ecol**, v. 29, n. 1, p. 94-100, 2004.

LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, R.; HONÓRIO, N. A.; CASTRO, M. G.; et al. Dengue virus type 3 isolation from *Aedes aegypti* in the municipality of Nova Iguaçu, State of Rio de Janeiro. **Mem. Inst. Oswaldo Cruz**, v. 97, n. 6, p. 799–800, 2002.

LÖWY, I. Yellow fever in Rio de Janeiro and the Pasteur Institute Mission (1901–1905): The transfer of science to the periphery. **Medical History**, v. 34, n. 2, p. 144–163, 1990.

LWANDE, O. W.; OBANDA, V.; LINDSTRÖM, A.; et al. Globe-Trotting *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* : Risk Factors for Arbovirus Pandemics. **Vector Borne Zoonotic Dis.**, v. 20, n. 2, p. 71–81, 2020.

LWANDE, W. O.; MOSOMTAI, G.; SYMEKHER, S. West Nile Virus, a Reemerging Virus. **Precision Medicine**, 2013.

MACIEL-DE-FREITAS, R.; NETO, R. B.; GONÇALVES, J. M.; CODEÇO, C. T.; LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, R. Movement of Dengue Vectors Between the Human Modified Environment and an Urban Forest in Rio de Janeiro. **J Med Entomol.**, v. 43, n. 6, p. 1112–1120, 2006.

MARICONTI, M.; OBADIA, T.; MOUSSON, L.; et al. Estimating the risk of arbovirus transmission in Southern Europe using vector competence data. **Scientific Reports**, v. 9, n. 1, p. 17852, 2019.

MARTINS, A.; SILVA, A.; ARAÚJO, R.; DE, E.; FILHO, S. The occurrence of immature forms of *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Diptera, Culicidae) in Bromeliaceae during an outbreak of dengue in the Paraná Coast, Southern Brazil. **Acta Biológica Paranaense**, v. 50, p. 1-6, 2021.

MARTINS, V. E. P.; ALENCAR, C. H. M. DE; FACÓ, P. E. G.; et al. Spatial distribution and breeding site characteristics of *Aedes albopictus* and *Aedes aegypti* in Fortaleza, State of Ceará. **Rev. Soc. Bras. Med. Trop**, v. 43, n. 1, p. 73–7, 2010.

MARZOCHI, K.; GADELHA, P.; LIMA, M. M.; et al. Dengue no Brasil. **História, Ciências, Saúde-Manguinhos**, v. 5, n. 1, p. 173–215, 1998.

MATTINGLY, P. F. Genetical Aspects of the *Aedes Aegypti* Problem. **Ann Trop Med Parasitol.**, v. 51, n. 4, p. 392–408, 1957.

MATYSIAK, A.; ROESS, A. Interrelationship between Climatic, Ecologic, Social, and Cultural Determinants Affecting Dengue Emergence and Transmission in Puerto Rico and Their Implications for Zika Response. **Journal of Tropical Medicine**, 22. jun. 2017.

MEDEIROS, A. S.; COSTA, D. M. P.; BRANCO, M. S. D.; et al. Dengue virus in *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in urban areas in the state of Rio Grande do Norte, Brazil: Importance of virological and entomological surveillance. **PLoS One**, v. 13, n. 3, 2018.

MEDLOCK, J. M.; HANSFORD, K. M.; SCHAFFNER, F.; et al. A Review of the Invasive Mosquitoes in Europe: Ecology, Public Health Risks, and Control Options. **Vector Borne Zoonotic Dis.**, v. 12, n. 6, p. 435–447, 2012.

MEDLOCK, J. M.; HANSFORD, K. M.; VERSTEIRT, V.; et al. An entomological review of invasive mosquitoes in Europe. **Bull Entomol Res.**, v. 105, n. 6, p. 637–663, 2015.

MEDRONHO, R. A.; MACRINI, L.; NOVELLINO, D. M.; et al. *Aedes aegypti* Immature Forms Distribution According to Type of Breeding Site. **Am J Trop Med Hyg.**, v. 80, n. 3, p. 401–404, 2009.

MELLO, A. M. **Dengue em área com *Stegomyia albopicta* e ausência de *Stegomyia aegypti*, Paraná, Brasil**, 2005. 68f. Dissertação (Mestre pelo Programa de Pós-graduação em Microbiologia, Parasitologia e Patologia) – Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba (PR), 2005.

MELO-SANTOS, M. A. V; VARJAL-MELO, J. J. M.; ARAÚJO, A. P.; et al. Resistance to the organophosphate temephos: Mechanisms, evolution and reversion in an *Aedes aegypti* laboratory strain from Brazil. **Acta Tropica**, v. 113, n. 2, p. 180–189, 2010.

MERCIER, A.; OBADIA, T.; CARRARETTO, D.; et al. Impact of temperature on dengue and chikungunya transmission by the mosquito *Aedes albopictus*. **Scientific Reports**, v. 12, n. 1, p. 6973, 2022.

MERÊNCIO, I.; TASCA, F. A.; VIEIRA, C. A. O. Indicadores socioambientais de focos do *Aedes aegypti* no extremo sul de Santa Catarina. **Acta Brasiliensis**, v. 2, n. 2, p. 53, 2018.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. **Resultados do Levantamento Rápido de Infestação de Aedes aegypti e Dia "D" de Combate. 2**017. Disponível em:

https://www.gov.br/saude/pt-br/acesso-a-informacao/gestao-do-sus/articulacao-interfederativa/cit/pautas-de-reunioes-e-resumos-cit/2017/novembro/1-a-apresentacao_liraa-e-dia-d.pdf. Acesso em: 29 set. 2022.

MIRANDA, J. V.; NEVES, E. M.; SOUZA, S.; et al. Panorama dos casos de arboviroses urbanas transmitidas pelo *Aedes aegypti*, dengue, chikungunya e Zika, no Brasil. In: Internacional Saúde Única (Interface Mundial). **I Congresso Internacional Saúde Única**, 2020.

MOGI, M.; ARMBRUSTER, P. A.; TUNO, N.; ARANDA, C.; YONG, H. S. The Climate Range Expansion of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in Asia Inferred From the Distribution of *Albopictus* Subgroup Species of *Aedes* (*Stegomyia*). **J Med Entomol.**, v. 54, n. 6, p. 1615–1625, 2017.

MONGE, S.; GARCÍA-ORTÚZAR, V.; LÓPEZ HERNÁNDEZ, B.; et al. Characterization of the first autochthonous dengue outbreak in Spain (August–September 2018). **Acta Tropica**, v. 205, 2020.

MONTAGNER, F. R. G.; SILVA, O. S.; JAHNKE, S. M. Mosquito species occurrence in association with landscape composition in green urban areas. **Brazilian Journal of Biology**, v. 78, n. 2, p. 233–239, 2018.

MONTEIRO, R. R. Regulamentação urbana em revisão no Litoral do Paraná. **XV Enanpur**, 2013.

MONTEIRO, S. G. **Parasitologia na Medicina Veterinária**. 2ª ed. Rio de Janeiro, 2017.

MORDECAI, E. A.; COHEN, J. M.; EVANS, M. V.; et al. Detecting the impact of temperature on transmission of Zika, dengue, and chikungunya using mechanistic models. **PLoS Negl Trop Dis**, v. 11, n. 4, 2017.

MORENS, D. M.; FAUCI, A. S. Chikungunya at the Door — Déjà Vu All Over Again? **N Engl J Med.**, v. 371, n. 10, p. 885–887, 2014.

MORRETES. SECRETARIA DE MUNICIPAL DA SAÚDE. Comunicando a Identificação de Larvas Do Mosquito *Aedes Aegypti* No Município de Morretes. **Nota Nº18/2014**. Paranaguá, 2014.

MOURA, M. C. B. DE M.; DE OLIVEIRA, J. V.; PEDREIRA, R. M.; et al. Spatio-temporal dynamics of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* oviposition in an urban area of northeastern Brazil. **Trop Med Int Health.**, v. 25, n. 12, p. 1510–1521, 2020.

MURRAY, N. E. A.; QUAM, M. B.; WILDER-SMITH, A. Epidemiology of dengue: Past, present and future prospects. **Clinical Epidemiol.**, n. 5, 299-309, 2013.

NEVES, D. P.; ESPÍNOLA, H. N. Tigre-asiático: outro *Aedes* nos ameaça. **Ciênc. Hoje**, v. 27, n. 5, p. 82–82, 1987.

NITSCHE, P. R.; CARAMORI, P. H.; RICCE, W. DA S.; PINTO, L. F. D. **Atlas Climático do Estado do Paraná**. Londrina/ PR: Instituto Agronômico do Paraná, 2019.

NOBRE, A.; ANTEZANA, D.; TAUIL, P. Febre amarela e dengue no Brasil: epidemiologia e controle. **Rev Soc Bras Med Trop.**, v. 27, n. suppl III, p. 59–66, 1994.

NOBUCHI, H. The symptoms of a dengue-like illness recorded in a Chinese medical encyclopedia. **Kanpo Rinsho**, v. 26, p. 422–425, 1979.

NODEN, B. H.; O'NEAL, P. A.; FADER, J. E.; JULIANO, S. A. Impact of inter- and intra-specific competition among larvae on larval, adult, and life-table traits of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* females. **Ecol Entomol.**, v. 41, n. 2, p. 192–200, 2016.

NOGUEIRA, R. M. R.; MIAGOSTOVICH, M. P.; LAMPE, E.; SCHATZMAYR, H. G. Isolation of dengue virus type 2 in Rio de Janeiro. **Mem do Instit Osw Cruz**, v. 85, n. 2, p. 253–253, 1990.

NOWAK, R. G.; RAGONHA, F. H. A evolução e potencialização do *Aedes aegypti* em relação às doenças no Brasil e no estado do Paraná. **Arquivos do Mudi**, v. 22, n. 1, p. 48–78, 2018.

NSOESIE, E. O.; KRAEMER, M. U.; GOLDING, N.; et al. Global distribution and environmental suitability for chikungunya virus, 1952 to 2015. **Euro. surveil**, v. 21, n. 20, 2016.

O'NEAL, P. A.; JULIANO, S. A. Seasonal variation in competition and coexistence of *Aedes* mosquitoes: Stabilizing effects of egg mortality or equalizing effects of resources? **J Anim Ecol.**, v. 82, n. 1, p. 256–265, 2013.

OGATA, K.; LOPEZ SAMAYOA, A. Discovery of *Aedes albopictus* in Guatemala. **J Am Mosq Control Assoc**, v. 12, n. 3, p. 503-506, 1996.

OLIVA, L. O.; CORREIA, J. C.; ALBUQUERQUE, C. M. R. How Mosquito Age and the Type and Color of Oviposition Sites Modify Skip-Oviposition Behavior in *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae)? **J Insect Behav**, v. 27, n. 1, p. 81-91, 2014.

OLIVEIRA, E. DA S.; POLETO, C. Monitoramento do *Aedes albopictus* em Pequenas Comunidades. **UNINGÁ Review**, v. 10, n. 1, p. 25–32, 2012.

OLIVEIRA, M. F.; ARAÚJO, J. M. G.; FERREIRA, O. C.; et al. Two Lineages of Dengue Virus Type 2, Brazil. **Emerging Infectious Diseases**, v. 16, n. 3, p. 576–578, 2010.

PAIVA, B. R. DE; SECUNDINO, N. F. C.; PIMENTA, P. F. P.; et al. Padronização de condições para detecção de DNA de *Leishmania spp*. em flebotomíneos (Diptera, Psychodidae) pela reação em cadeia da polimerase. **Cad. Saúde Pública** , v. 23, n. 1, p. 87–94, 2007.

PANIGRAHI, S. K.; BARIK, T. K.; MOHANTY, S.; TRIPATHY, N. K. Laboratory Evaluation of Oviposition Behavior of Field Collected *Aedes* Mosquitoes. **J Insects**, v. 2014, n. 4, p. 1–8, 2014.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Saúde do Paraná (SESA). **Boletim Epidemiológico Dengue**: Combate à Dengue. Disponível em: https://www.dengue.pr.gov.br/Pagina/Boletins-da-Dengue. Acesso em: 1 jun. 2022.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Saúde do Paraná (SESA). **Informe técnico 33:** Situação da Dengue, Chikungunya e Zika Vírus no Paraná, 2022/2023 - Semana Epidemiológica 31/2022 a 14/2023. Curitiba, 2023.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Saúde do Paraná (SESA). **Informe técnico 16:** Situação da Dengue, Chikungunya e Zika vírus no Paraná, 2015/2016 – Semana Epidemiológica 31/2015 a 11/2016. Curitiba, 2016.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Saúde do Paraná (SESA). **Informe técnico 14:** Situação da Dengue, Chikungunya e Zika vírus no Paraná, 2019/2020 - Semana Epidemiológica 31/2013 a 22/2014. Curitiba , 2014.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Saúde do Paraná (SESA). **Informe técnico15 (extra):** Situação da Dengue, Chikungunya e Zika vírus no Paraná, 2019/2020 - Semana Epidemiológica 31/2015 a 10/2016. Curitiba, 2016.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Saúde do Paraná (SESA). **Informe técnico 35:** Situação da Dengue, Chikungunya e Zika Vírus no Paraná, 2016/2017 - Semana Epidemiológica 31/2016 a 16/2017. Curitiba, 2017.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Saúde do Paraná (SESA). **Informe técnico 32:** Situação da Dengue, Chikungunya e Zika vírus no Paraná, 2019/2020 - Semana Epidemiológica 31/2019 a 13/2020. Curitiba, 2020.

PARANAGUÁ. Prefeitura Municipal de Paranaguá. **Plano Municipal de Contingência da dengue**. Paranaguá , 2014.

PASTORINO, B.; BESSAUD, M.; GRANDADAM, M.; et al. Development of a TaqMan® RT-PCR assay without RNA extraction step for the detection and quantification of African Chikungunya viruses. **Journal of Virological Methods**, v. 124, n. 1–2, p. 65–71, 2005.

PATY, M. C.; SIX, C.; CHARLET, F.; et al. Large number of imported chikungunya cases in Mainland France, 2014: A challenge for surveillance and response. **Euro. surveil**, n. 28, 2014.

PAUPY, C.; DELATTE, H.; BAGNY, L.; CORBEL, V.; FONTENILLE, D. *Aedes albopictus*, an arbovirus vector: From the darkness to the light. **Microbes and Infection**, v. 11, n. 14–15, p. 1177–1185, 2009.

PEÑA, C. J. First report of *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Skuse) from the Dominican Republic. **Vector Ecology Newsletter**, v. 24, p. 68-68, 1993.

PEREIRA-DOS-SANTOS, T.; ROIZ, D.; LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, R.; PAUPY, C. A Systematic Review: Is *Aedes albopictus* an Efficient Bridge Vector for Zoonotic Arboviruses? **Pathogens**, v. 9, n. 4, p. 266, 2020.

PEREIRA-DOS-SANTOS, T.; ROIZ, D.; SANTOS DE ABREU, F. V.; et al. Potential of *Aedes albopictus* as a bridge vector for enzootic pathogens at the urban-forest interface in Brazil. **Emerg Microbes Infect.** , v. 7, n. 1, 2018.

PETRIĆ, D.; BELLINI, R.; SCHOLTE, E.-J.; RAKOTOARIVONY, L.; SCHAFFNER, F. Monitoring population and environmental parameters of invasive mosquito species in Europe. **Parasites & Vectors**, v. 7, n. 1, p. 187, 2014.

PFEFFER, M.; PROEBSTER, B.; KINNEY, R. M.; KAADEN, O. R. Genus-specific detection of alphaviruses by a semi-nested reverse transcription-polymerase chain reaction. **American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 57, n. 6, p. 709-718, 1997.

PONLAWAT, A.; HARRINGTON, L. C. Blood Feeding Patterns of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in Thailand. **J Med Entomol.**, v. 42, n. 5, p. 844–849, 2005.

POWELL, J. R.; TABACHNICK, W. J. History of domestication and spread of *Aedes aegypti*: a review. **Mem. Inst. Oswaldo Cruz**, 2013.

PROPHIRO, J. S.; SILVA, O. S.; LUNA, J. E. D.; et al. *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* (díptera: Culicidae): Coexistência e suscetibilidade ao *temephos*, em municípios com ocorrência de casos de dengue e diferentes características de urbanização. **Rev. Soc. Bras. Med. Trop**, v. 44, n. 3, p. 300–305, 2011.

REIDPATH, D. D.; ALLOTEY, P.; POKHREL, S. Social sciences research in neglected tropical diseases 2: A bibliographic analysis. **Health Research Policy and Systems**, v. 9, 2011.

REITER, P. *Aedes albopictus* and the world trade in used tires, 1988-1995: the shape of things to come? **J Am Mosq Control Assoc**, v. 14, n. 1, p. 83–94, 1998.

REITER, P.; DARSIE, R. F. *Aedes albopictus* in Memphis, Tennessee, (USA)- An achievement of modern transportation? **Mosquito News**, v. 44, n. 3, p. 396–399, 1984.

REY, J. R.; LOUNIBOS, P. Ecología de *Aedes aegypti* y *Aedes albopictus* en América y transmisión enfermedades. **Biomedica**, v. 35, n. 2, p. 177–185, 2015.

REY, J. R.; O'CONNELL, S. M. Oviposition by *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*: Influence of congeners and of oviposition site characteristics. **J Vector Ecol**, v. 39, n. 1, p. 190–196, 2014.

REZENDE, G. L.; MARTINS, A. J.; GENTILE, C.; et al. Embryonic desiccation resistance in *Aedes aegypti*: Presumptive role of the chitinized Serosal Cuticle. **BMC Developmental Biology**, v. 8, 2008.

REZENDE, H. R.; ROMANO, C. M.; CLARO, I. M.; et al. First report of *Aedes albopictus* infected by Dengue and Zika virus in a rural outbreak in Brazil. **PLoS One**, v. 15, n. 3, 2020.

REZZA, G.; NICOLETTI, L.; ANGELINI, R.; et al. Infection with chikungunya virus in Italy: an outbreak in a temperate region. **The Lancet**, v. 370, n. 9602, p. 1840–1846, 2007.

RIBEIRO, A. C. M.; SANTOS, A. G. O. DOS; SARAIVA, B. L.; et al. Condições Socioambientais relacionadas à Permanência da Dengue no Brasil-2020. **Revista Saúde e Meio Ambiente – RESMA,** v. 11, n. 2, p. 326–340, 2020.

RIBEIRO, A. F.; MARQUES, G. R. A. M.; VOLTOLINI, J. C.; CONDINO, M. L. F. Associação entre incidência de dengue e variáveis climáticas. **Rev. Saúde Pública**, v. 40, n. 4, p. 671–676, 2006.

RIBEIRO, M. S.; FERREIRA, D. F.; AZEVEDO, R. C.; SANTOS, G. B. G. DOS; MEDRONHO, R. DE A. Índices larvais de *Aedes aegypti* e incidência de dengue: um estudo ecológico no Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Cad. Saúde Pública** , v. 37, n. 7, 2021.

RIZZI, C. B.; RIZZI, R. L.; PRAMIU, P. V.; HOFFMANN, E.; CODEÇO, C. T. Considerações sobre a dengue e variáveis de importância à infestação por *Aedes aegypti*. **Hygeia**, v. 13, n. 24, p. 24–40, 2017.

ROCHA, R. C.; CARDOSO, A. S.; SOUZA, J. L.; PEREIRA, E. S.; AMORIM, M. F.; SOUZA, M. S. M.; MEDEIROS, C.; et al. First Record of Aedes (Stegomyia) albopictus (Diptera: Culicidae) in the state of Acre, Brazil. **BioRxiv**, p.1–5, 2022.

RODRIGUES, M. D. M.; MARQUES, G. R. A. M.; SERPA, L. L. N.; et al. Density of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* and its association with number of residents and meteorological variables in the home environment of dengue endemic area, São Paulo, Brazil. **Parasites & Vectors**, v. 8, n. 1, 2015.

RODRIGUES, N. C. P.; DAUMAS, R. P.; DE ALMEIDA, A. S.; et al. Risk factors for arbovirus infections in a low-income community of Rio de Janeiro, Brazil, 2015-2016. **PLoS One**, v.13, n.6, p. e0198357, 2018.

RONCAGLIO, C.; NEUERT, M.; MARTINS, M. DA A. B. Apontamentos para uma história da saúde: as fontes documentais do Paraná. **História, Ciências, Saúde-Manguinhos**, v. 8, n. 1, p. 223–235, 2001.

ROSEN, L. Further Observations on the Mechanism of Vertical Transmission of Flaviviruses by *Aedes* Mosquitoes. **Am J Trop Med Hyg.**, v. 39, n. 1, p. 123–126, 1988.

ROSSI, G. C.; PASCUAL, N. T.; KRSTICEVIC, F. J. First record of *Aedes albopictus* (Skuse) from Argentina. **J Am Mosq Control Assoc**, v. 15, n. 3, p. 422, 1999.

RUSSELL, V. L.; BUERKNER, P.; HERVE, M.; et al. **V Package 'Emmeans' R Topics Documented**, 2021.

SALESBRAM, J. A. M.; ROSEGHINI, W. F. F. Análise da variabilidade térmica da cidade de Paranaguá-PR para aplicação em estudos sobre a proliferação do *Aedes aegypti*. **Geo UERJ**, , n. 34, p. e40958, 2019.

SÁNCHEZ-SECO, M. P.; ROSARIO, D.; DOMINGO, C.; et al. Generic RT-nested-PCR for detection of flaviviruses using degenerated primers and internal control followed by sequencing for specific identification. **Journal of Virological Methods**, v. 126, n. 1–2, p. 101–109, 2005.

SÁNCHEZ-VARGAS, I.; HARRINGTON, L. C.; DOTY, J. B.; BLACK, W. C.; OLSON, K. E. Demonstration of efficient vertical and venereal transmission of dengue virus type-2 in a genetically diverse laboratory strain of *Aedes aegypti*. **PLoS Negl Trop Dis**, v. 12, n. 8, p. e0006754, 2018.

SANT'ANA, A. L. Primeiro encontro de *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Skuse) no Estado do Paraná, Brasil. **Rev. Saúde Pública**, v. 30, n. 4, p. 392–393, 1996.

SANTOS, I. C. DA S.; BRAGA, C.; DE SOUZA, W. V.; DE OLIVEIRA, A. L. S.; REGIS, L. N. The influence of meteorological variables on the oviposition dynamics of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) in four environmentally distinct areas in northeast Brazil. **Mem. Inst. Oswaldo Cruz**, v. 115, 2020.

SANTOS, R. L. C. DOS. Atualização da distribuição de *Aedes albopictus* no Brasil (1997-2002). **Rev. Saúde Pública**, v. 37, n. 5, p. 671–673, 2003.

SANTOS, S. O. DOS; NASCIMENTO, J. C. DO. First register of *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Skuse) presence in Mato Grosso do Sul, Brazil. **Rev. Saúde Pública**, v. 32, n. 5, p. 486, 1998.

SARAIVA, J. F.; MAITRA, A.; GALARDO, A. K. R.; SCARPASSA, V. M. First record of *aedes (Stegomyia) albopictus* in the state of Amapá, northern Brazil. **Acta Amazônica**, v. 49, n. 1, p. 71–74, 2019.

SCHAFFNER, F.; MATHIS, A. Dengue and dengue vectors in the WHO European region: Past, present, and scenarios for the future. **The Lancet Infectious Diseases**, v. 14, n. 12, p. 1271-80, 2014.

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

SCHEUER, L.; BAHL, M. Sazonalidade do turismo no município de Guaratuba, Paraná, Brasil. **Raega - O Espaço Geográfico em Análise**, v. 23, p. 289–316, 2011.

SCHMIDT, C. A.; COMEAU, G.; MONAGHAN, A. J.; WILLIAMSON, D. J.; ERNST, K. C. Effects of desiccation stress on adult female longevity in *Aedes aegypti* and *Ae. albopictus* (Diptera: Culicidae): results of a systematic review and pooled survival analysis. **Parasites & Vectors**, v. 11, n. 1, p. 267, 2018.

SCHOLTE, E. J.; DEN HARTOG, W.; DIK, M.; et al. Introduction and control of three invasive mosquito species in the Netherlands, July OctOber 2010. **Euro surveil**, v. 15, n. 45, p. 1–4, 2010.

SERPA, L. L. N.; BARBOSA, G. L.; ARDUINO, M. DE B.; et al. Spatial segregation of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*, São Paulo state, Brazil. **Boletim Epidemiológico Paulista**, v. 18, n. 215, p. 39–56, 2021.

SERPA, L. L. N.; MONTEIRO MARQUES, G. R. A.; DE LIMA, A. P.; et al. Study of the distribution and abundance of the eggs of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* according to the habitat and meteorological variables, municipality of São Sebastião, São Paulo State, Brazil. **Parasites & Vectors**, v. 6, n. 1, 2013.

SHRAGAI, T.; HARRINGTON, L.; ALFONSO-PARRA, C.; AVILA, F. Oviposition site attraction of *Aedes albopictus* to sites with conspecific and heterospecific larvae during an ongoing invasion in Medellín, Colombia. **Parasites & Vectors**, v. 12, n. 1, p. 455, 2019.

SIGNORELLI, M.; SPITALI, P.; TSONAKA, R. Poisson–Tweedie mixed-effects model: A flexible approach for the analysis of longitudinal RNA-seq data. **Statistical Modelling**, v. 21, n. 6, p. 520–545, 2021.

SILVA, A. M. DA; NUNES, V.; LOPES, J. Culicídeos associados a entrenós de bambu e bromélias, com ênfase em *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Diptera, Culicidae) na Mata Atlântica, Paraná, Brasil. **Iheringia, Sér. Zool.**, v. 94, n. 1, p. 63-66, 2004.

SILVA, J. S.; MARIANO, Z. DE F.; SCOPEL, I. A influência do clima urbano na proliferação do mosquito *Aedes aegypti* em Jataí (GO), na perspectiva da Geografia Médica. **Hygeia**, v. 2, n. 5, p. 33–49, 2007.

SIMEPAR. Sistema de Tecnologia e Monitoramento Ambiental do Paraná. **Dados abióticos de Morretes**. 2018.

SIMEPAR. Sistema de Tecnologia e Monitoramento Ambiental do Paraná. **Dados das Estações Meteorológicas do Simepar no Paraná**. Disponível em: http://www.simepar.br. Acesso em: 31dez. 2021.

SIMON, L. M.; RANGEL, T. F. Are Temperature Suitability and Socioeconomic Factors Reliable Predictors of Dengue Transmission in Brazil? **Frontiers in Tropical Diseases**, v. 2, 2021.

SMARTT, C. T.; STENN, T. M. S.; CHEN, T.-Y.; et al. Evidence of Zika Virus RNA Fragments in *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) Field-Collected Eggs From Camaçari, Bahia, Brazil. **J Med Entomol.**, v. 54, n. 4, p.1085-1087, 2017.

SOARES, A. P. M.; ROSÁRIO, I. N. G.; SILVA, I. M. Distribution and preference for oviposition sites of *Aedes albopictus* (Skuse) in the metropolitan area of Belém, in the Brazilian Amazon. **J Vector Ecol**, v. 45, n. 2, p. 312–320, 2020.

SOUZA, A. DE; ABREU, M. C.; OLIVEIRA-JÚNIOR, J. F. Impact of Climate Change on Human Infectious Diseases: Dengue. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 64, 2021.

SOUZA, C. M.; SHIMBO, J. Z.; ROSA, M. R.; et al. Reconstructing three decades of land use and land cover changes in brazilian biomes with landsat archive and earth engine. **Remote Sensing**, v. 12, n. 17, 2020.

SOUZA, S. J. P. DE; CAMARGO GUARALDO, A. DE; HONÓRIO, N. A.; et al. Spatial and Temporal Distribution of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* Oviposition on the Coast of Paraná, Brazil, a Recent Area of Dengue Virus Transmission. **Trop Med Infect Dis**, v. 7, n. 9, p. 246, 2022.

SPRENGER, D.; WUITHIRANYAGOOL, T. The discovery and distribution of *Aedes albopictus* in Harris County, Texas. **J Am Mosq Control Assoc**, v. 2, n. 2, p. 217–9, 1986.

STECHER, G.; TAMURA, K.; KUMAR, S. Molecular Evolutionary Genetics Analysis (MEGA) for macOS. **Molecular Biology and Evolution**, v. 37, n. 4, p. 1237–1239, 2020.

SWAN, T.; RUSSELL, T. L.; STAUNTON, K. M.; et al. A literature review of dispersal pathways of *Aedes albopictus* across different spatial scales: implications for vector surveillance. **Parasites & Vectors**, v. 15, n. 1, 2022.

TARANTO, M. F. DA R.; PESSANHA, J. E. M.; DOS SANTOS, M.; et al. Dengue outbreaks in Divinopolis, south-eastern Brazil and the geographic and climatic distribution of *Aedes albopictus* and *Aedes aegypti* in 2011-2012. **Trop Med Int Health.**, v. 20, n. 1, p. 77–88, 2015.

TAUIL, P. L. Aspectos críticos do controle do dengue no Brasil. **Cad. Saúde Púb.**, v. 18, n. 3, p. 867–871, 2002.

TEIXEIRA, L. A. Da transmissão hídrica a culicidiana: a febre amarela na sociedade de medicina e cirurgia de São Paulo. **Rev. Bras. de História**, v. 21, n. 41, p. 217–242, 2001.

TEIXEIRA, M. DA G.; BARRETO, M. L.; COSTA, M. DA C. N.; et al. Dynamics of dengue virus circulation: A silent epidemic in a complex urban area. **Trop Med Int Health.**, v. 7, n. 9, p. 757–762, 2002.

TEIXEIRA, M. G.; ANDRADE, A. M. S.; DA COSTA, M. C. N.; et al. East/central/South African genotype chikungunya virus, Brazil, 2014. **Emerg Infect Dis**, 2015.

THANGAMANI, S.; HUANG, J.; HART, C. E.; GUZMAN, H.; TESH, R. B. Vertical transmission of Zika virus in *aedes aegypti* mosquitoes. **American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 95, n. 5, p. 1169–1173, 2016.

UNLU, I.; FARAJI, A.; INDELICATO, N.; MCNELLY, J. R. Do tigers hunt during the day? Diel activity of the Asian tiger mosquito, *aedes albopictus* (Diptera: Culicidae), in urban and suburban habitats of north America. **PLoS Negl Trop Dis**, v. 15, n. 8, 2021.

URDANETA-MARQUEZ, L.; BOSIO, C.; HERRERA, F.; et al. Genetic relationships among *Aedes aegypti* collections in Venezuela as determined by mitochondrial DNA variation and nuclear single nucleotide polymorphisms. **Am J Trop Med Hyg.**, v. 78, n. 3, p. 479–91, 2008.

VALERIO, L.; MARINI, F.; BONGIORNO, G.; et al. Host-feeding patterns of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in urban and rural contexts within Rome province, Italy. **Vector Borne Zoonotic Dis.**, v. 10, n. 3, p. 291–294, 2010.

VALLE, D.; AGUIAR, R.; PIMENTA, D. N.; FERREIRA, V. **Aedes de A a Z**. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2021.

VALLE, D.; CODEÇO, C. T.; LIMA, A. W. DA S.; et al. **NOTA TÉCNICA N.º 3:2014:IOC -** Avaliação de armadilhas para a vigilância entomológica de *Aedes aegypti* com vistas à elaboração de novos índices de infestação. Fiocruz: Diretoria, v. 1, n. 3, p. 1–7, 2014.

VALLE, D.; PIMENTA, D. N.; CUNHA, R. V. DA. **Dengue:** teorias e práticas. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2015.

VANHONI, F.; MENDONÇA, F. O clima do litoral do Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Climatologia**, 2008.

VARGAS, H. C. M.; FARNESI, L. C.; MARTINS, A. J.; VALLE, D.; REZENDE, G. L. Serosal cuticle formation and distinct degrees of desiccation resistance in embryos of the mosquito vectors *Aedes aegypti, Anopheles aquasalis* and *Culex quinquefasciatus*. **Journal of Insect Physiology**, v. 62, n. 1, p. 54–60, 2014.

VEGA-RUA, A.; MARCONCINI, M.; MADEC, Y.; et al. Vector competence of *Aedes albopictus* populations for chikungunya virus is shaped by their demographic history. **Communications Biology**, v. 3, n. 1, 2020.

VEGA-RUA, A.; ZOUACHE, K.; CARO, V.; et al. High Efficiency of Temperate *Aedes albopictus* to Transmit Chikungunya and Dengue Viruses in the Southeast of France. **PLoS ONE**, v. 8, n. 3, 2013.

VEGA-RUA, A.; ZOUACHE, K.; GIROD, R.; FAILLOUX, A.-B.; LOURENCO-DE-OLIVEIRA, R. High Level of Vector Competence of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* from Ten American Countries as a Crucial Factor in the Spread of Chikungunya Virus. **Jour of Virology**, v. 88, n. 11, p. 6294-6306, 2014.

VIANA, D. V.; IGNOTTI, E. A ocorrência da dengue e variações meteorológicas no Brasil: revisão sistemática. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 16, n. 2, p. 240–256, 2013.

VIEIRA, A. P. DE S. D.; JUNIOR, M. C.; MALUTTA, S. Cálculo do coeficiente do dia de maior consumo k1 do sistema de abastecimento de água em Pontal do Paraná-PR. **ASSEMAE**, p. 62–72, 2019.

VIEIRA, J. S.; ROCHA, R. DE M.; JUSTO, W. R. Avaliação da efetividade do LIRAa como instrumento de monitoração da dengue. **RBERU**,2021.

WEAVER, S. C. Arrival of Chikungunya Virus in the New World: Prospects for Spread and Impact on Public Health. **PLoS Negl Trop Dis**, v. 8, n. 6, p. e2921, 2014.

WHO. World Health Organization. A System Of World-Wide Surveillance For Vectors. **Weekly Epidemiological Record**, v. 47, n. 07, p. 73-80, 1972.

WHO. World Health Organization. **Comprehensive guidelines for prevention and control of dengue and dengue hemorrhagic fever.** World Health Organization Regional Office for South-East Asia, 2011.

WHO. World Health Organization. **Dengue Bulletin**. South_East Asia, 2021.

WICKHAM, H. **Package 'ggplot2'.** Create elegant data visualisations using the grammar of graphics, Cham, Switzerland. 2016.

WILKE, A. B. B.; VASQUEZ, C.; CARVAJAL, A.; et al. Mosquito surveillance in maritime entry ports in Miami-Dade County, Florida to increase preparedness and allow the early detection of invasive mosquito species. **PLoS One**, v. 17, n. 4 April, 2022.

WILKE, C. **Cowplot**: Streamlined Plot Theme and Plot Annotations for "Ggplot2". , 2017.

WILSON-BAHUN, T. A.; KAMGANG, B.; LENGA, A.; WONDJI, C. S. Larval ecology and infestation indices of two major arbovirus vectors, *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae), in Brazzaville, the capital city of the Republic of the Congo. **Parasites & Vectors**, v. 13, n. 1, p. 492, 2020.

WREGE, M. S.; STEINMETZ, S.; JÚNIOR, C. R.; ALMEIDA, I. R. DE. **Atlas climático da região Sul do Brasil:** Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Brasília: Embrapa, 2012.

ZARA, A. L. DE S. A.; SANTOS, S. M. DOS; FERNANDES-OLIVEIRA, E. S.; CARVALHO, R. G.; COELHO, G. E. Estratégias de controle do *Aedes aegypti*: uma revisão. **Epidemiol. Serv. Saúde**, v. 25, n. 2, p. 1–2, 2016.

ZEQUI, J. A. C.; OLIVEIRA, A. A. DE; SANTOS, F. P. DOS; LOPES, J. Monitoring and control of *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) and *Aedes albopictus* (Skuse, 1984) with use of ovitraps. **Semina- Ciências Biológicas e da Saúde**, v. 39, n. 2, p. 93–102, 2018.

APÊNDICE 1 – ARTIGO

Tropical Medicine and Infectious Disease

MDPI

Article

Spatial and Temporal Distribution of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* Oviposition on the Coast of Paraná, Brazil, a Recent Area of Dengue Virus Transmission

Silvia Jaqueline Pereira de Souza [1], André de Camargo Guaraldo [2], Nildimar Alves Honório [3], Daniel Cardoso Portela Câmara [3], Natali Mary Sukow [4], Sarita Terezinha Machado [5], Claudia Nunes Duarte dos Santos [6] and Magda Clara Vieira da Costa-Ribeiro [1,*]

1 Microbiology, Parasitology and Pathology (PPGMPP), Laboratory of Molecular Parasitology, Department of Basic Pathology Curitiba, Federal University of Paraná (UFPR), Curitiba 81530-900, Brazil
2 Zoology Department, Federal University of Paraná (UFPR), Curitiba 81531-980, Brazil
3 Laboratório de Mosquitos Transmissores de Hematozoários—LATHEMA, Instituto Oswaldo Cruz, Núcleo Operacional Sentinela de Mosquitos Vetores—Nosmove, Fundação Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro 21040-900, Brazil
4 Laboratory of Molecular Parasitology, Department of Basic Pathology Curitiba, Curitiba 81530-900, Brazil
5 Paraná State Health Department, 1st Health Regional, Morretes 83350-000, Brazil
6 Molecular Virology Laboratory, Carlos Chagas Institute, Fiocruz, Curitiba 81350-010, Brazil
* Correspondence: magdaribeiro@ufpr.br

check for updates

Citation: de Souza, S.J.P.; de Camargo Guaraldo, A.; Honório, N.A.; Câmara, D.C.P.; Sukow, N.M.; Machado, S.T.; Duarte dos Santos, C.N.; da Costa-Ribeiro, M.C.V. Spatial and Temporal Distribution of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* Oviposition on the Coast of Paraná, Brazil, a Recent Area of Dengue Virus Transmission. *Trop. Med. Infect. Dis.* **2022**, *7*, 246. https://doi.org/10.3390/tropicalmed7090246

Academic Editors: Andrea Fogaça, Tamara Nunes de Lima-Camara and Kaio Cesar Chaboli Alevi

Received: 1 August 2022
Accepted: 25 August 2022
Published: 14 September 2022

Publisher's Note: MDPI stays neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

Copyright: © 2022 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Abstract: *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* are considered the most important vectors of arboviruses in the world. *Aedes aegypti* is the primary vector of dengue, urban yellow fever, chikungunya and zika in Brazil, and *Ae. albopictus* is considered a potential vector. Distribution patterns and the influence of climatic variables on the oviposition of *Ae. aegypti* and *Ae. albopictus* were evaluated in Morretes, a tourist city in the coastal area of Paraná State, Brazil, which has recently been experiencing cases of dengue fever. Eggs were collected using ovitraps over a period of one year (September 2017 to September 2018) and reared from hatching until the emergence of the adults. Both *Aedes* species were found in anthropized areas with a high human density index. Findings suggest that the monthly average temperature (LRT = 16.65, $p = 0.001$) had significant positive influences on the oviposition of the *Aedes* species. Considering the wide distribution of DENV around the Paraná coast and the presence of *Ae. albopictus* alongside *Ae. aegypti*, studies on natural arbovirus infection patterns and seasonality are recommended in the region.

Keywords: *Aedes aegypti*; *Aedes albopictus*; spatial distribution; occurrence; oviposition; meteorological factors

1. Introduction

Aedes aegypti and *Aedes albopictus* are sympatric, cosmopolitan and epidemiologically important species involved in transmitting arboviruses such as dengue (DENV), zika (ZIKV), yellow fever (YFV), and chikungunya viruses (CHIKV) [1–3]. These species have similar geographical distribution and share microhabitats in some regions such as Florida and Rio de Janeiro, including artificial vessels containing water [4,5]. These mosquitoes share the same breeding sites and compete for food, which in turn favors one species over the other and alters the distribution or abundance of both, as well as other resident mosquito species [5–7].

Studies carried out on mapping the global distribution of *Ae. aegypti* and *Ae. albopictus* point to an expansion in the range of habitat suitability for these species and predict that their dissemination will occur despite environmental changes, since the species are adapting to anthropogenic ecological niches using spatial dispersion [8–10]. *Aedes aegypti* had its reintroduction in Brazil in 1976 through the port of Salvador [11], and since then it

has been present in all Federation Units [12]. It was reported in 1985 in the state of Paraná, in the municipality of Londrina [13]. After 28 years, the presence of the *Ae. aegypti* mosquito was found on the coast of Paraná, and subsequently one of the main dengue epidemics occurred in the region [14]. *Ae. albopictus* was found in Rio de Janeiro in 1986 [15] and arrived in the state of Paraná two years later in the municipality of Arapongas [16]. Its presence has been registered on the coast of the State since 2001 [17].

Aedes aegypti and *Ae. albopictus* occur in tropical and subtropical regions, as such environmental characteristics allow reproduction and provide adequate habitat, and most of Brazil is within this climatic zone [8]. The southern region of Brazil differs from other Brazilian regions due to a distinction between seasons and also by the thermal amplitude; it is the coldest region in the country, with snow in some locations during the winter [18]. The coast of Paraná has a humid subtropical climate (mesothermal) according to the Koppen classification [19–21], with the average temperature in the cold months being below 18 °C and an average temperature above 22 °C in the summers, concentrating the rains in the summer, despite not having a defined dry season [22–24].

The coastal area of the State of Paraná exhibits a reduced thermal amplitude during the year, probably due to the influence of the warm maritime current from Brazil which causes an increase in air humidity [25] with an average rainfall of 2000 mm to 2200 mm per year. Rainfall patterns are irregular in summer and more constant in spring [22,26]. On the other hand, the temperature presents averages above 37 °C in the summer and below 13 °C in the coldest periods [22], constituting characteristics which enable both *Ae. aegypti* and *Ae. albopictus* to proliferate in the region.

The Paraná State Health Department (SESA/PR) reported the first important dengue epidemic in the city of Paranaguá in 2016, as well as the first occurrence of ZIKV and CHIKV infections [14]. Paranaguá and Antonina are the main city ports along the coast of the State of Paraná, Brazil.

All cargoes which leave the port of Antonina are routed through Morretes, which is also an important tourist city, and *Ae. albopictus* was the predominant species until 2014, when *Ae. aegypti* was first noticed. Thus, the aim of this study is to present the spatial and temporal distribution of *Ae. aegypti* and *Ae. albopictus* along a transect in the city of Morretes. As well as to evaluate the influence of climatic variables on these species in a recent area of dengue in southern Brazil, which have been sympatric since 2014.

2. Materials and Methods

2.1. Study Area

The city of Morretes is located on the coast in Paraná State, has 15,718 inhabitants and is a part of the first Health Region of Paraná State. It is situated on a plain at 25°38′00″ S latitude and 48°34′00″ W longitude, covering an area of 684.580 km^2 (Figure 1A,B). The city is characterized by a humid tropical climate, with average temperatures above 37 °C in summer and below 13 °C in winter, an undetermined dry season, hot summers, and infrequent frosts [27,28].

2.2. Entomological Survey and DENV Dengue Fever Cases

Oviposition traps are used to collect populations of *Ae. aegypti* and *Ae. albopictus* as tools for mosquito surveillance in different studies in Brazil, since this method has high sensitivity in detecting the presence and comparing infestations in different areas [1,29–33]. *Aedes* eggs were collected using ovitraps consisting of a black container with a capacity of 500 mL of type water, using Eucatex™ paddles fixed by clips which allow for oviposition [34].

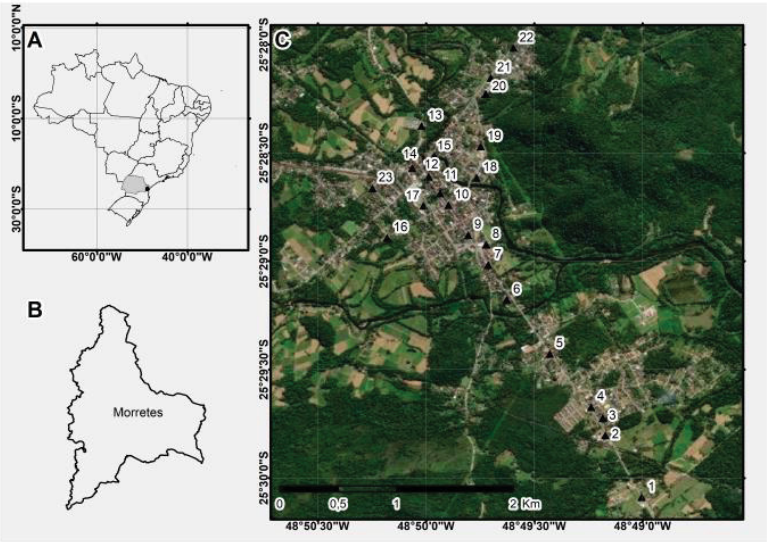


Figure 1. (**A**) State of Paraná with the approximate location of Morretes; (**B**) Municipality of Morretes, Paraná; (C) Collection points (1–23).

The ovitraps were placed at 23 points (Figure 1C) along a transect crossing the city of Morretes, covering places with high and low vegetation cover and with high and low circulation of people, in backyards, external commercial places, tire repair shops and garages, as well as schools, with an average spacing of 191.64 m between them. These ovitraps were installed for 4 consecutive days for 13 months, for 24 h, generating a monthly sampling effort of 2208 h of capture. After removal from the collection field, the straws were taken to the Molecular Parasitology Laboratory at the Federal University of Paraná (UFPR), and analyzed in a stereomicroscope for the presence or absence and number of eggs, which were then reared from hatching until adults emerged. Adult mosquitoes were identified according to collection point, sex, and species using the dichotomous key of Consoli and Lourenço-de-Oliveira [3].

The monthly collection was from September 2017 to September 2018, one year after the first notification of an autochthonous cases of dengue in the municipality of Paranaguá by the Paraná State Health Department (SESA/PR). The data on autochthonous cases of dengue fever in the city of Morretes and coastal municipalities from 2014 until 2020 were obtained by SESA [14].

2.3. Climate Variables

Monthly data regarding total precipitation, temperature, and relative humidity (maximum, average, and minimum) were obtained from the Meteorological Station APPA (Administração dos Portos de Paranaguá e Antonina) Antonina at 25°44′71.6″ S latitude and 48°34′43.4″ W longitude, located at 17.8 km from the municipality of Morretes [26]. Meteorological information was collected from 2014 to 2018 in order to determine a possible climatic variation in the three years preceding the experiments.

2.4. Statistical Analysis

We first contrasted the number of emerged adults of both species and sex within species through a negative binomial linear model followed by estimated marginal means contrasts to check for the hatching patterns of both *Aedes* species. Then, we calculated the adult hatching peak date and its concentration (r) along the year for each species. This

allowed us to assess the oviposition patterns, as well as to compare the circular distribution (i.e., temporal) pattern of this data of each species via a Wallraff rank sum, a test based on Kruskal-Wallis χ^2 [35].

Next, a preliminary assessment was performed comparing the climate of the study period with that of the previous three years to adjust the comparison model between climatic variables and mosquito frequency using linear mixed models (LMM) and considering the month as a random factor. We graphically checked for each model validity through the residual plots against the data to verify homoscedasticity assumptions, normality of residuals, and influential values (i.e., outliers). The post-hoc Tukey's test, followed by the Bonferroni correction, was used to compare the absolute number of adults between years. The analyses were performed in R 3.4.2 [36], using lme4 [37], emmeans [38], cowplot [39] and ggplot2 [40].

The circular package was used to calculate the concentration (r) and the average oviposition date for each mosquito species frequency, thus assessing the oviposition patterns, as well as to compare the circular distribution (i.e., temporal) pattern of this data from each species via a Wallraff rank sum, a test based on Kruskal-Wallis χ^2 [35].

Poisson Generalized Linear Mixed Model (GLMM) followed by variable selection through likelihood ratio (LRT) [41] test was used to assess the influence of climatic and environmental factors on the oviposition patterns for both mosquito species in the study area, considering traps and months as random factors in these models. The model was graphically validated, as above. The number of adults was the response variable, while species, monthly average temperature, minimum relative humidity were the predictor variables. All other available climate variables monthly, i.e., rainfall, minimum temperature, maximum temperature, maximum relative humidity were excluded due to collinearity ($r > 0.7$).

Mosquitoes oviposition was represented using a Kernel cut-off estimator. The Kernel map estimates function values at intermediate points of intervals for point location for an entire area forming a surface whose value is proportional to the intensity of those facing the area [42].

3. Results

3.1. Spatial and Temporal Distribution of Mosquitoes and DENV Cases

A total of 6462 eggs of *Aedes* species were collected during this study. From these, a total of 1700 (26.30%) mosquitoes were identified from eggs collected over 13 months in Morretes, Paraná. In addition, 1011 (59.47%) of these were identified as *Ae. albopictus*, being 516 (51.03%) males and 495 (48.97%) females; and 689 (40.53%) were identified as *Ae. aegypti*, including 333 (48.33%) males and 356 (51.64%) females. Adult hatching was null for samples taken in all points in August 2018 (Figure 2). The number of hatched mosquito specimens significantly varied (LRT = 25.33, $p = 0.005$) among the remaining months, irrespective of species (LRT = 0.156, $p = 0.69$) and sex (LRT = 0.053, $p = 0.82$). Nevertheless, significant contrasts only occurred between April and November ($z = -3.53$, $p = 0.02$) and November and December ($z = 4.13$, $p = 0.0002$).

Considering the 23 collection sites selected, a higher collection of eggs was observed at collection points 15 and 23 (N = 8), being eight months with positive collections), followed by collection points: 9 (N = 7), 17 and 22 (N = 6), 4, 11 and 16 (N = 5), 2, 3, 10, 13, 18 and 19 (N = 4), 1, 5, 8 and 21 (N = 3), and 7 and 20 (N = 2) (Figure 3; Table 1). *Aedes aegypti* identified from eggs were present at different collection points in the central area of Morretes, and the highest numbers were found at collection points 4 (N = 66, 9.57%), 9 (N = 64, 9.28%), 11 (N = 64, 9.28%), 15 (N = 148, 21.48%), 18 (N = 64, 9.28%) and 23 (N = 59, 11.57%) (Figure 3A). *Aedes albopictus* identified from eggs were present in high numbers at collection points: 11 (N = 117, 11.57%), 13 (N = 118, 11.67%), 15 (N = 100, 9.89%), 16 (N = 76, 7.51%), 17 (N = 96, 9.49%) and 23 (N = 127, 12%) (Figure 3B). Only two collection points (12 and 14) showed no evidence of the presence of *Aedes* spp. individuals. Overall, the highest

occurrence of *Aedes* spp. was observed in the central area of the city throughout the study period (Figure 3C).

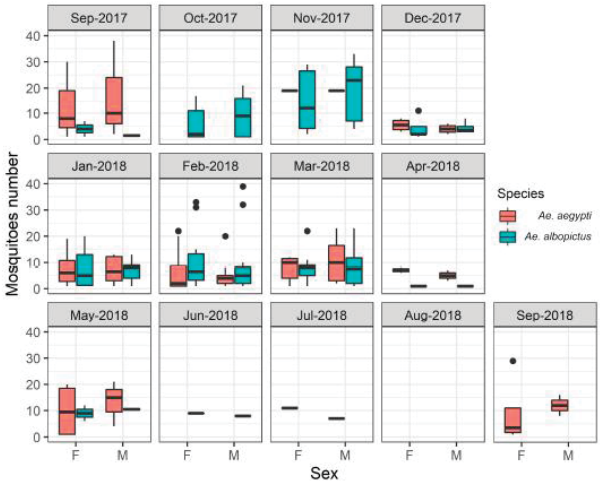


Figure 2. Frequencies of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* adults by sex identified from hatching eggs, September 2017 to September 2018, Morretes, Paraná, Brazil.

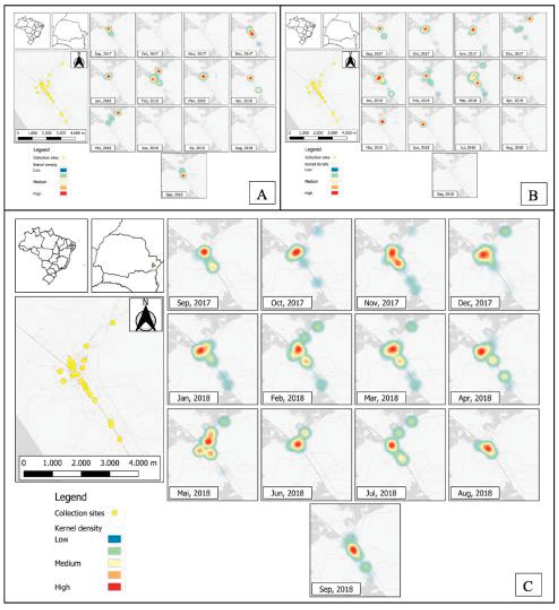


Figure 3. (**A**) Temporal and spatial distribution of *Ae. aegypti* identified from collected eggs; (**B**) Temporal and spatial distribution of *Ae. albopictus* identified from collected eggs; (**C**) Kernel map showing the occurrence of eggs collected in the 23 selected points, Morretes, Paraná, Brazil.

Table 1. Collections sites in the municipality of Morretes, September 2017 to September 2018, Paraná, Brazil.

	Collection Points Positive																							
Months	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	Total
Sep/17						+			+						+									3
Oct/17		+									+		+								+	+	+	6
Nov/17			+					+	+				+		+	+	+						+	8
Dec/17	+			+	+				+	+					+		+			+		+	+	10
Jan/18		+	+	+					+		+				+	+	+	+	+				+	11
Feb/18	+		+	+	+	+	+			+	+		+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	18
Mar/18	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+		+	+	+	+	+			+	+	19
Apr/18		+								+	+					+	+						+	6
May/18															+				+		+	+	+	5
Jun/18																						+		1
Jul/18									+						+									2
Aug/18																								0
Sep/18				+				+	+									+						4
Total	3	4	4	5	3	3	2	3	7	4	5	0	4	0	8	5	6	4	4	2	3	6	8	Positives sites

Legend: + means positives sites.

A total of 13 autochthonous dengue fever cases were recorded in Morretes during 2017 (Figure 4), with five of these cases located close to collection points 3, 8, 9, 10 and 18 from this study. Two of these collection points with dengue cases reported (points 3 and 8) only showed the presence of *Ae. albopictus*.

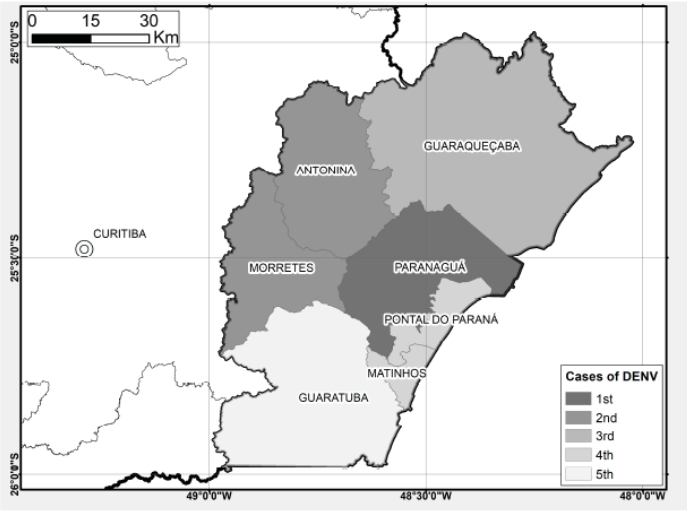


Figure 4. Detection timeline of DENV cases on the coast of the state of Paraná, Brazil.

The *Aedes* species identified in this study presented different oviposition patterns ($\chi^2 = 209.69$, $p < 0.001$). *Aedes albopictus* identified from eggs presented the highest number of adults, with record numbers from October 2017 to March 2018 (r = 0.58) and an

average peak between January and February 2018 (Figure 5A). *Aedes aegypti* presented a lower number throughout the year (r = 0.41), with an average peak in mid-February 2018 (r = 0.41) (Figure 5B).

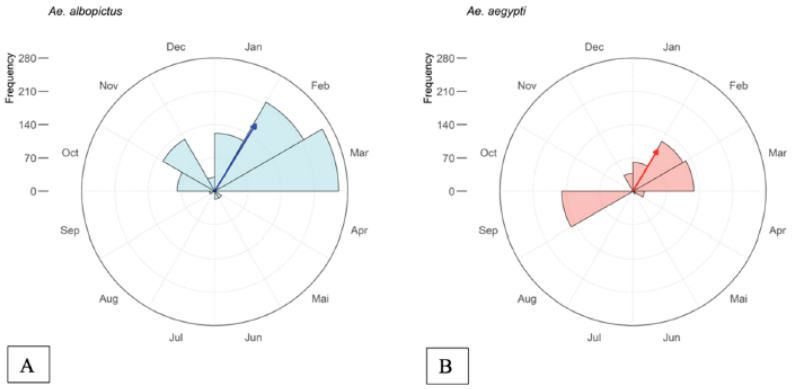


Figure 5. (**A**) Distribution of *Ae. albopictus* identified from eggs collected in ovitraps by month from September/2017 to September/2018 in Morretes, Paraná; (**B**) Distribution of *Ae. aegypti* identified from eggs collected in ovitraps by month from September/2017 to September/2018 in Morretes, Paraná. The vector direction concentration points out the mean peak oviposition date for each species. The longer the vector, the more concentrated the oviposition around the mean peak date.

3.2. Abiotic Factors

The average temperature during the collection period ranged from 17 °C to 24.9 °C, with the highest average temperature of 24.9 °C from December 2017 to April 2018. The average relative humidity varied from 80% to 87%, with the lowest levels experienced in November 2017 (80%) and the highest in May, June and July 2019 (87.5%). Total precipitation varied from 16 mm (July 2018) to 288 mm (December 2017). Temperature, relative humidity and precipitation levels during the collection period were similar to those recorded the previous three years (Tukey's HSD; $p > 0.05$) (Figure 6). The average relative humidity varied from 79% to 91% over the previous years, which is not significantly different from the value obtained during the collection period. However, the minimum relative humidity showed different patterns from 2014 to 2015 and from 2015 to 2016 (Figure 6E).

Of the climatic variables assessed, only the average temperature had a significant positive influence on number of hatched adults (LRT = 16.65; $p < 0.001$) (Figure 7), with a slight variation in the total number of adults per trap ($\sigma^2 = 3.56 \pm 1.89$) and over the months ($\sigma^2 = 1.07 \pm 1.03$). *Aedes* species showed significant differences in the total number of hatched adults per trap, showing higher numbers for *Ae. albopictus* species (ß = 0.51 ± 0.05; z = 9.38; $p < 0.001$).

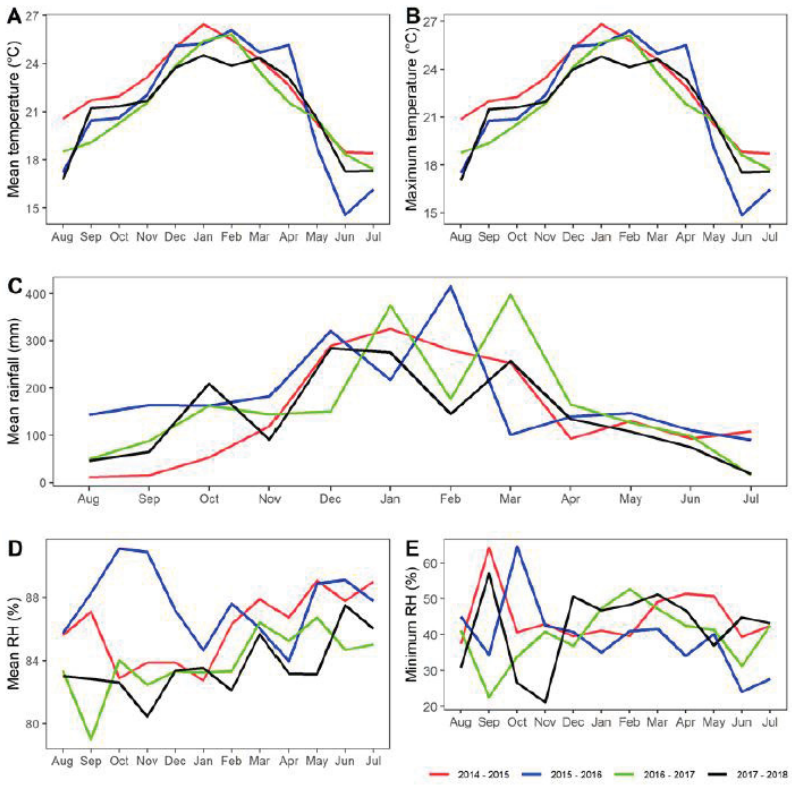


Figure 6. Temporal variation monthly in the average temperature (**A**), average maximum temperatures (**B**), average rainfall (C), average relative humidity (D), average minimum relative humidity (E) in the region of Morretes, Paraná, Brazil. Only the periods of 2014–2015 and 2015–2016 differed from the others regarding the monthly average relative humidity (post-hoc pairwise comparison test; see text).

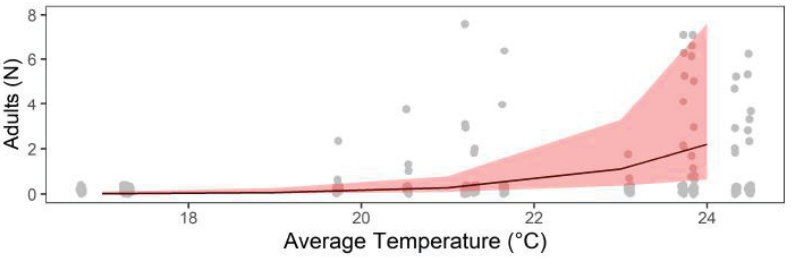


Figure 7. Effect of the average temperature (ß = 1.82 ± 0.42; z = 4.36; $p < 0.001$) on the number of hatched adults *Aedes* from eggs collected in ovitraps between September 2017 and September 2018, Morretes, Paraná, Brazil. The shaded areas are the 95% confidence intervals, and the gray points are the raw data.

4. Discussion

Some autochthonous cases of dengue were recorded near our collection point during the sampling period. *Aedes albopictus* was the only species identified at collection points 3 and 8, whereas both *Aedes* species were observed at collection points 9, 10 and 18. Collection point 3 was characterized by being less urbanized, and was located close to a high traffic highway; whereas collection points 8, 9 and 10 were located in the central region of the city close to tourist areas, railroads and areas with higher human circulation levels.

The introduction of *Ae. aegypti* in Morretes city was described by the Entomology Laboratory of the Municipality of Morretes from the Health Regional of SESA/PR in 2014 [43]. *Aedes albopictus* had already been detected in the forest edge in rural habitats of Morretes [17].

Autochthonous dengue fever cases were reported on the coast of Paraná after Paranaguá city reported the presence of *Ae. aegypti* in 2013 [44]. Paranaguá registered its first case in 2014, and two years later Antonina and Morretes. Other cities along the Paraná coast, such as Guaraqueçaba, Matinhos, Pontal do Paraná and Guaratuba, also recorded dengue fever cases in 2016 (Figure 4) [14].

Our results show that both *Ae. aegypti* and *Ae. albopictus* were observed in an urbanized area in the central region of the municipality. The predominance of *Ae. albopictus* found in 61% of the ovitraps can be explained by the geographical characteristics of the municipality being in the Atlantic Forest, which has a strong influence in this urbanized area. *Aedes aegypti* prefer more urbanized environments, which explains the higher numbers in areas of high anthropic influence with movement of large numbers of people.

Recent studies [7,45–47] reinforce that *Ae. albopictus* is mainly found in natural oviposition sites [3,32,48]; this preference does not limit the species, as there is a record of its presence in more developed suburban and urban environments, using artificial breeding sites such as plastic containers and tires [33,47–50]. The coexistence of *Ae. aegypti* and *ae. albopictus* in artificial breeding sites in forested and urbanized areas demonstrates a dominance of *Ae. albopictus* over *Ae. aegypti* under these conditions [5,6,45].

The search for *Ae. albopictus* in artificial places to lay eggs may be correlated with the disorderly growth of urban areas and the lack of waste management, thereby producing changes in the landscape [33,47–50] in the transition zones between forest and urban areas, which facilitates the dispersal of anthropophilic mosquito species to previously unsuitable habitats [50–54].

Since its arrival in Brazil [15], *Ae. albopictus* has been found in 59% of cities in different regions of the country [55,56]. Moreover, this species has gradually been occupying locations in the urban environment. Although characteristically common in areas with vegetation, it also survives in transitional environments with relatively low vegetation cover and greater dispersion of the human population [5,32,33,49,50]. Later studies have shown that both patterns were identified in Brazil for this mosquito: *Ae. albopictus* was found coexisting with *Ae. aegypti* in the city of Recife, Brazil, in places with urban characteristics where the human population has expanded and in areas with greater vegetation cover [53,57].

The dispersion and domiciliation of *Ae. albopictus* in densely urbanized areas is a concern, since the mosquito competent vector for the transmission of YFV strains [50], related to sylvatic environments, lies in its ability to survive in transition zones [58–60]. At the same time, authors have suggested that the circulation of the virus may be occurring among mosquitoes, acting as a possible bridge between wild and urban cycles of the virus [47,57–61]

Of the climatic variables, average temperature presented the highest significant correlation with the species collected. There was also an increase in adult density during months with higher temperatures, such as January and February 2018. This finding was corroborated by the one study carried out in the city of Natal, Brazil, where high temperatures are constant throughout the year, predisposing the region to high *Ae. aegypti* and *Ae. albopictus*

infestation; however, its development can be harmed with excess precipitation and relative humidity [57,62,63].

The positive influence of temperature on *Ae. aegypti* proliferation was also recorded in the city of Porto Alegre, State of Rio Grande do Sul, Brazil [64]. A study on the adaptation of *Ae. aegypti* and *Ae. albopictus* pointed out that the increase in temperature favors the species and that temperatures below 13 °C is lethal for both [65]. Custódio et al. [63] demonstrated that temperatures above 24 °C in Campo Grande, Brazil favored the development and temperature of approximately 18 °C prevented the reproduction of *Ae. albopictus.*

Although *Ae. albopictus* has not been identified as a vector for arboviruses in Brazil, monitoring this vector is essential due to its abundant and proven vectorial competence [5,66]. An *A. albopictus* sample infected by DENV and ZIKV was reported in the state of Espírito Santo, but even with epidemiological relevance, it was not possible to identify the infection origin [67]. It is noteworthy that *Ae. albopictus* is a DENV vector in several Asian [68–70] Africans countries [45,46], as well as in some temperate countries such as Spain [71,72], France and Italy [73–76].

Aedes albopictus was the predominant species in the city of Morretes until 2014. The first autochthonous cases of DENV and the detection of *Ae. aegypti* had already been reported in Paranaguá in this period.

We suggested that introduction of *Ae. aegypti* was facilitated by the main route that connects Antonina to Paranaguá and passes through the city of Morretes. The tourism, the main economic activity in the city, also contributes to flow of people and means of transport [28].

In conclusion, *Ae. albopictus* is still prevalent in the city of Morretes. The monthly average temperature had significant correlation with the species collected, which in turn had significant positive influences on the oviposition rates of *Ae. aegypti* and *Ae. albopictus*.

Considering that the coast of Paraná has registered autochthonous cases of arbovirus infection [14] mainly accompanied by the arrival of *Ae. aegypti*, it is of utmost importance to understand the seasonality of *Ae. aegypti* and *Ae. albopictus* in this region. In addition, further studies on the presence of *Ae. albopictus* in relation to *Ae. aegypti* and surveillance on natural arbovirus infection are recommended in these areas.

Author Contributions: Conceptualization, S.J.P.d.S. and M.C.V.d.C.-R.; methodology, S.J.P.d.S., A.d.C.G., N.A.H., D.C.P.C., N.M.S., S.T.M., C.N.D.d.S. and M.C.V.d.C.-R.; software, S.J.P.d.S., A.d.C.G., N.A.H., D.C.P.C., N.M.S., S.T.M., C.N.D.d.S. and M.C.V.d.C.-R.; validation, S.J.P.d.S., A.d.C.G., N.A.H., D.C.P.C., N.M.S., S.T.M., C.N.D.d.S. and M.C.V.d.C.-R.; formal analysis, S.J.P.d.S., A.d.C.G., N.A.H., D.C.P.C., N.M.S., S.T.M., C.N.D.d.S. and M.C.V.d.C.-R.; investigation, S.J.P.d.S., A.d.C.G., N.M.S. and M.C.V.d.C.-R.; resources, S.J.P.d.S., A.d.C.G., N.A.H., D.C.P.C., N.M.S., S.T.M., C.N.D.d.S. and M.C.V.d.C.-R.; data curation, S.J.P.d.S., A.d.C.G., D.C.P.C. and M.C.V.d.C.-R.; writing—original draft preparation, S.J.P.d.S., A.d.C.G., N.A.H., D.C.P.C., N.M.S., S.T.M., C.N.D.d.S. and M.C.V.d.C.-R.; writing—review and editing, S.J.P.d.S., A.d.C.G., N.A.H., D.C.P.C., N.M.S., S.T.M., C.N.D.d.S. and M.C.V.d.C.-R.; visualization, S.J.P.d.S., A.d.C.G., N.A.H., D.C.P.C., N.M.S., S.T.M., C.N.D.d.S. and M.C.V.d.C.-R.; supervision, S.J.P.d.S., A.d.C.G., D.C.P.C. and M.C.V.d.C.-R.; project administration, M.C.V.d.C.-R. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

Funding: This research received no external funding.

Institutional Review Board Statement: Not applicable.

Informed Consent Statement: Not applicable.

Data Availability Statement: Not applicable.

Acknowledgments: We acknowledge the Municipality of Morretes, belonging to the 1st Health Regional of Paraná, which enabled us, through the Endemic Diseases Agents, to carry out the monthly collections for the composition of this study. Thanks to CNPq fellow (Duarte dos Santos, C.N.)

Conflicts of Interest: All authors have approved the manuscript and agree with its submission. We have no conflict of interest to disclose and we state that the manuscript has will not be submitted elsewhere for publication. Are no disputes over the ownership of the data presented in the paper and all contributions have been attributed appropriately, via coauthorship or acknowledgement.

References

1. Honório, N.A.; Câmara, D.C.P.; Calvet, G.A.; Brasil, P. Chikungunya: An Arbovirus Infection in the Process of Establishment and Expansion in Brazil. *Cad. de Saude Publica* **2015**, *31*, 906–908. [CrossRef] [PubMed]
2. Heinisch, M.R.S.; Diaz-Quijano, F.A.; Chiaravalloti-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 Trop.* **2019**, *189*, 104–113. [CrossRef]
3. Consoli, R.A.G.B.; Lourenço de Oliveira, R. *Principais Mosquitos de Importância Sanitária No Brasil*; Editora Fiocruz: Rio de Janeiro, Brasil, 1994.
4. Rey, J.R.; Lounibos, P. Ecología de *Aedes Aegypti* y *Aedes Albopictus* En América y Transmisión Enfermedades. *Biomedica* **2015**, *35*, 177–185. [CrossRef]
5. Camara, D.C.P.; Codeço, C.T.; Juliano, S.A.; Lounibos, L.P.; Riback, T.I.S.; Pereira, G.R.; Honorio, N.A. Seasonal Differences in Density but Similar Competitive Impact of *Aedes Albopictus* (Skuse) on *Aedes Aegypti* (L.) in Rio de Janeiro, Brazil. *PLoS ONE* **2016**, *11*, e0157120. [CrossRef] [PubMed]
6. Lounibos, L.P.; Juliano, S.A. Where Vectors Collide: The Importance of Mechanisms Shaping the Realized Niche for Modeling Ranges of Invasive *Aedes* Mosquitoes. *Biol. Invasions* **2018**, *20*, 1913–1929. [CrossRef] [PubMed]
7. Shragai, T.; Harrington, L.; Alfonso-Parra, C.; Avila, F. Oviposition Site Attraction of *Aedes Albopictus* to Sites with Conspecific and Heterospecific Larvae during an Ongoing Invasion in Medellín, Colombia. *Parasites Vectors* **2019**, *12*, 455. [CrossRef] [PubMed]
8. Leta, S.; Beyene, T.J.; de Clercq, E.M.; Amenu, K.; Kraemer, M.U.G.; Revie, C.W. Global Risk Mapping for Major Diseases Transmitted by *Aedes Aegypti* and *Aedes Albopictus*. *Int. J. Infect. Dis.* **2018**, *67*, 25–35. [CrossRef] [PubMed]
9. Kraemer, M.U.G.; Reiner, R.C.; Brady, O.J.; Messina, J.P.; Gilbert, M.; Pigott, D.M.; Yi, D.; Johnson, K.; Earl, L.; Marczak, L.B.; et al. Past and Future Spread of the Arbovirus Vectors *Aedes Aegypti* and *Aedes Albopictus*. *Nat. Microbiol.* **2019**, *4*, 854–863. [CrossRef] [PubMed]
10. Nsoesie, E.O.; Kraemer, M.U.; Golding, N.; Pigott, D.M.; Brady, O.J.; Moyes, C.L.; Johansson, M.A.; Gething, P.W.; Velayudhan, R.; Khan, K.; et al. Global Distribution and Environmental Suitability for Chikungunya Virus, 1952 to 2015. *Eurosurveillance* **2016**, *21*, 30234. [CrossRef]
11. Cavalcante, K.R.L.J.; Tauil, P.L. Características Epidemiológicas Da Febre Amarela No Brasil, 2000–2012. *Epidemiol. E Serv. De Saúde Rev. Do Sist. Único De Saúde Do Bras.* **2016**, *25*, 11–20. [CrossRef]
12. Zara, A.; dos Santos, S.; Fernandes-Oliveira, E.; Carvalho, R.; Coelho, G. Estratégias de Controle Do *Aedes Aegypti*: Uma Revisão. *Epidemiol. Serviços Saúde* **2016**, *25*, 391–404. [CrossRef]
13. Lopes, J.; Silva, M.N.; Borsato, Â.M.; Oliveira, V.D.R.B.D.; Oliveira, F.J. *Aedes* (*Stegomyia*) *Aegypti* L. e a Culicideofauna Associada Em Área Urbana Da Região Sul, Brasil. *Rev. Saúde Pública* **1993**, *27*, 326–333. [CrossRef]
14. Paraná, Secretaria de Estado da Saúde do Paraná (SESA/PR). Boletim Epidemiológico Dengue_Combate À Dengue. Available online: https://www.dengue.pr.gov.br/Pagina/Boletins-da-Dengue (accessed on 11 June 2022).
15. Forattini, O.P. Identificação de *Aedes (Stegomyia) Albopictus* (Skuse) No Brasil. *Rev. Saúde Pública* **1986**, *20*, 244–245. [CrossRef] [PubMed]
16. Silva, A.M.; Nunes, V.; Lopes, J. Culicídeos Associados a Entrenós de Bambu e Bromélias, Com Ênfase Em Aedes (Stegomyia) Albopictus (Diptera, Culicidae) Na Mata Atlântica, Paraná, Brasil. *Iheringia. Série Zoologia* **2004**, *94*, 63–66. [CrossRef]
17. Costa-Ribeiro, M.C.V.; Santos-Neto, L.G. dos Primeiro Registro de *Aedes (Stegomyia) Albopictus* (Skuse) (Diptera, Culicidae) Em Morretes, Planicie Litorânea Do Estado Do Paraná, Brasil. *Rev. Bras. de Zool.* **2001**, *18*, 347–348. [CrossRef]
18. Wrege, M.S.; Steinmetz, S.; Júnior, C.R.; de Almeida, I.R. *Atlas Climático Da Região Sul Do Brasil: Estados Do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande Do Sul*; Embrapa: Brasília, Spain, 2012; ISBN 9788570350138.
19. Beck, H.E.; Zimmermann, N.E.; McVicar, T.R.; Vergopolan, N.; Berg, A.; Wood, E.F. Present and Future Köppen-Geiger Climate Classification Maps at 1-Km Resolution. *Sci. Data* **2018**, *5*, 180214. [CrossRef]
20. Alvares, C.A.; Stape, J.L.; Sentelhas, P.C.; de Moraes Gonçalves, J.L.; Sparovek, G. Köppen's Climate Classification Map for Brazil. *Meteorol. Z.* **2013**, *22*, 711–728. [CrossRef]
21. Köppen, W.G.; Geiger, R.M. Das Geographische System Der Klimate. *Handb. der Klimatol.* **1936**, *1*, 1–44.
22. Vanhoni, F.; Mendonça, F. O Clima Do Litoral Do Estado Do Paraná. *Rev. Bras. de Climatol.* **2008**, *3*, 1–15. [CrossRef]
23. Fritzsons, E.; Mantovani, L.E.; Wrege, M.S.; Neto, A.C. Análise Da Pluviometria Para Definição de Zonas Homogêneas No Estado Do Paraná Rainfall Analysis to Define Homogeneous Pluvometric Areas in the State of Paraná; 2011; pp. 555–572. Available online: https://revistas.ufpr.br/raega/article/view/24921 (accessed on 13 August 2022).
24. Nitsche, P.R.; Caramori, P.H.; da Ricce, W.S.; Pinto, L.F.D. *Atlas Climático Do Estado Do Paraná*; Instituto Agronômico do Paraná: Londrina, Spain, 2019; ISBN 978-85-88184-58-3.
25. de Cavalcanti, I.F.A.; Ferreira, N.J.; da Silva, M.G.A.J.; da Dias, M.A.F.S. *Tempo e Clima No Brasil*, 1st ed.; Oficina de Textos: São Paulo, Spain, 2009; ISBN 978-85-86238-92-5.

26. SIMEPAR. Sistema de Tecnologia e Monitoramento Ambiental do Paraná Dados Das Estações Meteorológicas Do Simepar No Paraná. Available online: http://www.simepar.br (accessed on 31 December 2021).
27. IBGE—Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística Estimativas de População. 2021. Available online: http://www.ibge.gov.br:estatisticas:sociais:populacao:9103-estimativas-de-populacao.html?=&t=resultados (accessed on 31 December 2021).
28. IPARDES—Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. Caderno Estatístico Município de Morretes; 2022. Available online: http://www.ipardes.gov.br/cadernos/MontaCadPdf1.php?Municipio=83350 (accessed on 13 August 2022).
29. Braga, I.A.; Valle, D. *Aedes Aegypti*—Histórico Do Controle No Brasil. *Epidemiol. Serviços Saúde* **2007**, *16*, 113–118. [CrossRef]
30. Valle, D.; Aguiar, R.; Pimenta, D.N.; Ferreira, V. *Aedes de A a Z.*; Editora Fiocruz: Rio de Janeiro, Brazil, 2021; ISBN 9786557080986.
31. Valle, D.; Codeço, C.; da Lima Silva, A.W.; Araújo, S.C.; Lima, J.B.P.; Honório, N.; de Freitas, R. Allan Kardec Ribeiro Galardo NOTA TÉCNICA N.o 3:2014:IOC—Avaliação de Armadilhas Para a Vigilância Entomológica de Aedes Aegypti Com Vistas À Elaboração de Novos Índices de Infestação. *Fiocruz Diretoria* **2014**, *1*, 1–7.
32. Braks, M.A.H.; Honório, N.A.; Lourenço-De-Oliveira, R.; Juliano, S.A.; Lounibos, L.P. Convergent Habitat Segregation of *Aedes Aegypti* and *Aedes Albopictus* (Diptera: Culicidae) in Southeastern Brazil and Florida. *J. Med. Entomol.* **2003**, *40*, 785–794. [CrossRef] [PubMed]
33. Honório, N.A.; Castro, M.G.; de Barros, F.S.M.; de Magalhães, M.A.F.M.; Sabroza, P.C. Padrões Da Distribuição Espacial Do *Aedes Aegypti e Aedes Albopictus* Em Uma Zona de Transição No Rio de Janeiro, Brasil. *Cad. de Saude Publica* **2009**, *25*, 1203–1214. [CrossRef] [PubMed]
34. Fay, R.; Eliason, D. A Preferred Oviposition Site as a Surveillance Method for *Aedes Aegypti*. *Mosq. News* **1966**, *26*, 531–535.
35. Agostinelli, C.; Lund, U. *R Package Circular: Circular Statistics (Version 0.4-7)*; CA: Department of Environmental Sciences, Informatics and Statistics, Ca' Foscari University, Venice, Italy; UL: Department of Statistics, California Polytechnic State University, San Luis Obispo, California, USA, 2013; Available online: https://CRAN.R-project.org/package=circular (accessed on 5 September 2019).
36. Core Team. *R: A Language and Environment for Statistical Computing (Version 3.4.2)*; R Foundation for Statistical Computing: Vienna, Austria, 2018. Available online: https://www.R-project.org (accessed on 5 September 2019).
37. Bates, D.; Maechler, M.; Bolker, B.; Walker, S. *Lme4: Linear Mixed-Effects Models Using S4 Classes*; 2014; Available online: http://lme4.r-forge.r-project.org/ (accessed on 5 September 2019).
38. Russell, A.; Lenth, V.; Buerkner, P.; Herve, M.; Love, J.; Singmann, H.; Lenth, M.R. V Package 'Emmeans' R Topics Documented. **2021**, *34*, 216–221. Available online: https://github.com/rvlenth/emmeans (accessed on 19 April 2022).
39. Wilke, C. Cowplot: Streamlined Plot Theme and Plot Annotations for "Ggplot2". 2017. Available online: https://github.com/wilkelab/cowplot (accessed on 5 September 2019).
40. Wickham, H. *Ggplot2*; Springer International Publishing: Cham, Switzerland, 2016; ISBN 978-3-319-24275-0.
41. Signorelli, M.; Spitali, P.; Tsonaka, R. Poisson–Tweedie Mixed-Effects Model: A Flexible Approach for the Analysis of Longitudinal RNA-Seq Data. *Stat. Model.* **2021**, *21*, 520–545. [CrossRef]
42. Environmental Systems Research Institute (ESRI). *Spatial Analysis and Data Science—ArcGis 10.5*; 2017; Available online: http://www.esri.com/software/arcgis/index.html (accessed on 1 December 2019).
43. Secretaria de Municipal da Saúde. Comunicando a Identificação de Larvas Do Mosquito Aedes aegypti No Município de Morretes. Nota No18/2014. Secretaria de Municipal da Saúde: Morretes, Parana, Brazil, 2014, *not published.*
44. Paranaguá, Secretaria de Municipal da Saúde. *Plano Municipal de Contingência Da Dengue*; Secretaria de Municipal da Saúde; Paranaguá, Secretaria de Municipal da Saúde: Paranaguá, Brasil, 2014. Available online: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/plano_contingencia_nacional_epidemias_dengue.pdf (accessed on 30 May 2018).
45. Wilson-Bahun, T.A.; Kamgang, B.; Lenga, A.; Wondji, C.S. Larval Ecology and Infestation Indices of Two Major Arbovirus Vectors, *Aedes Aegypti* and *Aedes Albopictus* (Diptera: Culicidae), in Brazzaville, the Capital City of the Republic of the Congo. *Parasites Vectors* **2020**, *13*, 492. [CrossRef]
46. Alfsnes, K.; Eldholm, V.; Gaunt, M.W.; de Lamballerie, X.; Gould, E.A.; Pettersson, J.H.O. Tracing and Tracking the Emergence, Epidemiology and Dispersal of Dengue Virus to Africa during the 20th Century. *One Health* **2021**, *13*, 100337. [CrossRef]
47. Dalpadado, R.; Amarasinghe, D.; Gunathilaka, N.; Ariyarathna, N. Bionomic Aspects of Dengue Vectors *Aedes Aegypti* and *Aedes Albopictus* at Domestic Settings in Urban, Suburban and Rural Areas in Gampaha District, Western Province of Sri Lanka. *Parasites Vectors* **2022**, *15*, 148. [CrossRef]
48. Pereira dos Santos, T.; Roiz, D.; Santos de Abreu, F.V.; Luz, S.L.B.; Santalucia, M.; Jiolle, D.; Santos Neves, M.S.A.; Simard, F.; Lourenço-de-Oliveira, R.; Paupy, C. Potential of *Aedes Albopictus* as a Bridge Vector for Enzootic Pathogens at the Urban-Forest Interface in Brazil. *Emerg. Microbes Infect.* **2018**, *7*, 1–8. [CrossRef]
49. Lima-Camara, T.N.; Urbinatti, P.R.; Chiaravalloti-Neto, F. Finding *Aedes Aegypti* in a Natural Breeding Site in an Urban Zone, Sao Paulo, Southeastern Brazil. *Rev. de Saúde Pública* **2016**, *50*. [CrossRef] [PubMed]
50. Ayllón, T.; Câmara, D.C.P.; Morone, F.C.; da Silva Gonçalves, L.; de Barros, F.S.M.; Brasil, P.; Carvalho, M.S.; Honório, N.A. Dispersion and Oviposition of *Aedes Albopictus* in a Brazilian Slum: Initial Evidence of Asian Tiger Mosquito Domiciliation in Urban Environments. *PLoS ONE* **2018**, *13*, e0195014. [CrossRef] [PubMed]
51. Ferraguti, M.; Martínez-De La Puente, J.; Roiz, D.; Ruiz, S.; Soriguer, R.; Figuerola, J. Effects of landscape anthropization on mosquito community composition and abundance. *Sci. Rep.* **2016**, *6*, 29002. [CrossRef] [PubMed]

52. da Fonseca Júnior, D.P.; Serpa, L.L.N.; Barbosa, G.L.; Pereira, M.; Holcmam, M.M.; Voltolini, J.C.; Marques, G.R.A.M. Vectors of Arboviruses in the State of São Paulo: 30 Years of Aedes Aegypti and Aedes Albopictus. *Rev. de Saúde Pública* **2019**, *53*, 84. [CrossRef]
53. Barbosa, R.M.R.; de Melo-Santos, M.A.V.; Silveira, J.C., Jr.; Silva-Filha, M.H.N.L.; Souza, W.V.; de Oliveira, C.M.F.; Ayres, C.F.J.; do Xavier, M.N.; Rodrigues, M.P.; dos Santos, S.A.; et al. Infestation of an Endemic Arbovirus Area by Sympatric Populations of Aedes Aegypti and Aedes Albopictus in Brazil. *Memórias do Inst. Oswaldo Cruz* **2020**, *115*, e190437. [CrossRef]
54. Juliano, S.A.; Philip Lounibos, L. Ecology of Invasive Mosquitoes: Effects on Resident Species and on Human Health. *Ecol. Lett.* **2005**, *8*, 558–574. [CrossRef]
55. Bezerra, J.; Araújo, R.; Melo, F.; Gonçalves, C.; Chaves, B.; Silva, B.; Silva, L.; Brandão, S.; Secundino, N.; Norris, D.; et al. Aedes (Stegomyia) Albopictus Dynamics Influenced by Spatiotemporal Characteristics in a Brazilian Dengue-Endemic Risk City. *Acta Trop.* **2016**, *164*, 431–437. [CrossRef]
56. Ferreira-de-Lima, V.H.; Câmara, D.C.P.; Honório, N.A.; Lima-Camara, T.N. The Asian Tiger Mosquito in Brazil: Observations on Biology and Ecological Interactions since Its First Detection in 1986. *Acta Trop.* **2020**, *205*, 105386. [CrossRef]
57. de Moura, M.C.B.M.; de Oliveira, J.V.; Pedreira, R.M.; de Tavares, A.M.; de Souza, T.A.; de Lima, K.C.; Barbosa, I.R. Spatio-Temporal Dynamics of Aedes Aegypti and Aedes Albopictus Oviposition in an Urban Area of Northeastern Brazil. *Trop. Med. Int. Health* **2020**, *25*, 1510–1521. [CrossRef]
58. Lourenço de Oliveira, R.; Vazeille, M.; de Filippis, A.M.B.; Failloux, A.-B. Large Genetic Differentiation and Low Variation in Vector Competence for Dengue and Yellow Fever Viruses of Aedes Albopictus from Brazil, the United States, and the Cayman Islands. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* **2003**, *69*, 105–114. [CrossRef]
59. Amraoui, F.; Pain, A.; Piorkowski, G.; Vazeille, M.; Couto-Lima, D.; de Lamballerie, X.; Lourenço-de-Oliveira, R.; Failloux, A.B. Experimental Adaptation of the Yellow Fever Virus to the Mosquito Aedes Albopictus and Potential Risk of Urban Epidemics in Brazil, South America. *Sci. Rep.* **2018**, *8*, 14337. [CrossRef]
60. Couto-Lima, D.; Madec, Y.; Bersot, M.I.; Campos, S.S.; de Motta, M.A.; dos Santos, F.B.; Vazeille, M.; da Vasconcelos, P.F.C.; Lourenço-de-Oliveira, R.; Failloux, A.-B. Potential Risk of Re-Emergence of Urban Transmission of Yellow Fever Virus in Brazil Facilitated by Competent Aedes Populations. *Sci. Rep.* **2017**, *7*, 4848. [CrossRef] [PubMed]
61. Gabiane, G.; Yen, P.S.; Failloux, A.B. Aedes Mosquitoes in the Emerging Threat of Urban Yellow Fever Transmission. *Rev. Med. Virol.* **2022**, *32*, e2333. [CrossRef]
62. Gu, H.; Leung, R.; Jing, Q.; Zhang, W.; Yang, Z.; Lu, J.; Hao, Y.; Zhang, D. Meteorological Factors for Dengue Fever Control and Prevention in South China. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2016**, *13*, 867. [CrossRef] [PubMed]
63. de Custódio, J.M.O.; Nogueira, L.M.S.; Souza, D.A.; Fernandes, M.F.; Oshiro, E.T.; de Oliveira, E.F.; Piranda, E.M.; de Oliveira, A.G. Abiotic Factors and Population Dynamic of Aedes Aegypti and Aedes Albopictus in an Endemic Area of Dengue in Brazil. *Rev. do Inst. de Med. Trop. de Sao Paulo* **2019**, *61*, e18. [CrossRef]
64. Da Cruz Ferreira, D.A.; Degener, C.M.; de Almeida Marques-Toledo, C.; Bendati, M.M.; Fetzer, L.O.; Teixeira, C.P.; Eiras, Á.E. Meteorological Variables and Mosquito Monitoring Are Good Predictors for Infestation Trends of *Aedes Aegypti*, the Vector of Dengue, Chikungunya and Zika. *Parasites Vectors* **2017**, *10*, 78. [CrossRef] [PubMed]
65. Kramer, I.M.; Pfeiffer, M.; Steffens, O.; Schneider, F.; Gerger, V.; Phuyal, P.; Braun, M.; Magdeburg, A.; Ahrens, B.; Groneberg, D.A.; et al. The Ecophysiological Plasticity of *Aedes Aegypti* and *Aedes Albopictus* Concerning Overwintering in Cooler Ecoregions is Driven by Local Climate and Acclimation Capacity. *Sci. Total Environ.* **2021**, *778*, 146128. [CrossRef] [PubMed]
66. Chouin-Carneiro, T.; Vega-Rua, A.; Vazeille, M.; Yebakima, A.; Girod, R.; Goindin, D.; Dupont-Rouzeyrol, M.; Lourenço-de-Oliveira, R.; Failloux, A.-B. Differential Susceptibilities of *Aedes Aegypti* and *Aedes Albopictus* from the Americas to Zika Virus. *PLoS Negl. Trop. Dis.* **2016**, *10*, e0004543. [CrossRef]
67. Rezende, H.R.; Romano, C.M.; Claro, I.M.; Caleiro, G.S.; Sabino, E.C.; Felix, A.C.; Bissoli, J.; Hill, S.; Faria, N.R.; Cardoso da Silva, T.C.; et al. First Report of *Aedes Albopictus* Infected by Dengue and Zika Virus in a Rural Outbreak in Brazil. *PLoS ONE* **2020**, *15*, e0229847. [CrossRef] [PubMed]
68. Unlu, I.; Faraji, A.; Indelicato, N.; McNelly, J.R. Do Tigers Hunt during the Day? Diel Activity of the Asian Tiger Mosquito, *Aedes Albopictus* (Diptera: Culicidae), in Urban and Suburban Habitats of North America. *PLoS Negl. Trop. Dis.* **2021**, *15*, e0009438. [CrossRef] [PubMed]
69. Gratz, N.G. Critical Review of the Vector Status of *Aedes Albopictus*. *Med. Vet. Entomol.* **2004**, *18*, 215–227. [CrossRef] [PubMed]
70. Hawley, W.A. The Biology of Aedes Albopictus. *J. Am. Mosq. Control Assoc. Suppl.* **1988**, *1*, 1–39.
71. Monge, S.; García-Ortúzar, V.; López Hernández, B.; Lopaz Pérez, M.Á.; Delacour-Estrella, S.; Sánchez-Seco, M.P.P.; Fernández Martinez, B.; García San Miguel, L.; García-Fulgueiras, A.; Sierra Moros, M.J.J. Characterization of the First Autochthonous Dengue Outbreak in Spain (August–September 2018). *Acta Trop.* **2020**, *205*, 105402. [CrossRef] [PubMed]
72. Laycock, T.; Ureña Paniego, C.; Javier, J. The Threat of Mosquito-Borne Arboviral Disease in Spain: A Bibliographic Review. *Med. Clínica* **2022**, *158*, 378–386. [CrossRef]
73. Mariconti, M.; Obadia, T.; Mousson, L.; Malacrida, A.; Gasperi, G.; Failloux, A.-B.; Yen, P.-S. Estimating the Risk of Arbovirus Transmission in Southern Europe Using Vector Competence Data. *Sci. Rep.* **2019**, *9*, 17852. [CrossRef]
74. Bellini, R.; Michaelakis, A.; Petrić, D.; Schaffner, F.; Alten, B.; Angelini, P.; Aranda, C.; Becker, N.; Carrieri, M.; di Luca, M.; et al. Practical Management Plan for Invasive Mosquito Species in Europe: I. Asian Tiger Mosquito (*Aedes Albopictus*). *Travel Med. Infect. Dis.* **2020**, *35*, 101691. [CrossRef]

75. Barzon, L.; Gobbi, F.; Capelli, G.; Montarsi, F.; Martini, S.; Riccetti, S.; Sinigaglia, A.; Pacenti, M.; Pavan, G.; Rassu, M.; et al. Autochthonous Dengue Outbreak in Italy 2020: Clinical, Virological and Entomological Findings. *J. Travel Med.* **2021**, *28*, taab130. [CrossRef]
76. Grandadam, M.; Caro, V.; Plumet, S.; Thiberge, J.M.; Souarès, Y.; Failloux, A.B.; Tolou, H.J.; Budelot, M.; Cosserat, D.; Leparc-Goffart, I.; et al. Chikungunya Virus, Southeastern France. *Emerg. Infect. Dis.* **2011**, *17*, 910–913. [CrossRef] [PubMed]