UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

GABRIELA HORNUNG AGUIAR

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E PERIODICIDADE DE *Aedes aegypti* E *Aedes albopictus* NA ÁREA URBANA DE ANTONINA, REGIÃO LITORÂNEA DO PARANÁ

CURITIBA

2023

GABRIELA HORNUNG AGUIAR

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E PERIODICIDADE DE *Aedes aegypti* E *Aedes albopictus* NA ÁREA URBANA DE ANTONINA, REGIÃO LITORÂNEA DO PARANÁ

Monografia apresentada ao curso de Graduação em Ciências Biológicas, Departamento de Zoologia, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel.

Orientador: Mário Antonio Navarro da Silva

CURITIBA

2023

TERMO DE APROVAÇÃO

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a pessoa que me acompanhou durante esses anos de graduação, sendo meu maior alicerce e minha melhor companhia nesta longa jornada. Rafa, você é simplesmente fantástico, a sinergia entre nossas mentes com milhões de pensamentos e ideias é o que mais fortalece minha coragem e inspiração para arquitetar ideias inusitadas. Outrossim, sou imensamente grata por ter no coração e ao meu lado em maior parte do tempo, em dias bons ou ruins, ronronando ao meu lado ou bagunçando a casa, deixando meus dias mais coloridos e cheios de amor, minha amada filha felina, Lana Júlia.

Aos meus pais e irmão, que sempre estiveram ao meu lado, fazendo o possível para me apoiar nessa jornada que só eles sabem como foi. Ao meu avô que, se foi em 2016, mas permanece em minha memória e coração, foi quem me apoiou e me encorajou a dar os primeiros passos, notoriamente uma pessoa à frente de seu tempo. E mãe, minha primeira inspiração, o ser humano mais justo que já conheci, obrigada por ser moradia e conforto.

As pessoas inspiradoras que tive a honra de conhecer durante o estágio na Prefeitura de Araucária, foram momentos e conhecimentos que contribuíram muito para o meu crescimento pessoal e profissional, inclusive para a realização deste trabalho. Obrigada Flávia, Karla, Cheila, Alexsandra e Isabelle.

A Thaís, nossa longa jornada de pensamentos e reflexões foi minha âncora durante as tempestades, obrigada por ser essa companhia excepcional.

Aos amigos e companheiros de laboratório, Cinara, Bryan, Patrícia, Ana Marta e Ítalo pelas ideias e momentos compartilhados. A talentosíssima Angela Maria, pelo acolhimento e companheirismo, foi meu braço direito na elaboração deste trabalho. E ao meu orientador, professor Mário Navarro, por me acompanhar e orientar frente aos mais diversos desafios, ser sua aluna e orientanda é uma das minhas maiores honras, tamanha a sua dedicação a exercer maravilhosamente sua missão de professor.

Por fim, agradeço a todos os professores e a Universidade Federal do Paraná, por me proporcionar conhecimentos, vivências e uma visão de mundo mais ampla, sendo um ambiente acolhedor, inclusivo e inspirador.

"A extinção é a regra. Sobreviver é uma exceção."

Carl Sagan

RESUMO

O presente estudo destina-se a investigar a dinâmica espacial e periodicidade de atividade dos culicídeos *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*, na área urbana do município de Antonina, litoral do Paraná. Foram instaladas mensalmente, ao longo de um ano, um total de 100 armadilhas de oviposição, distribuídas pelo município, visando mensurar a atividade de oviposição das duas espécies de *Aedes*. As ovitrampas foram usadas para obter os índices de positividade de ovitrampas (IPO) e de densidade de ovos (IDO). Foi investigado se há relação destes índices com a temperatura, pluviosidade e umidade relativa. Os ovos coletados nas ovitrampas foram criados em laboratório e identificados conforme a espécie. Foram elaborados mapas de densidade Kernel para avaliar a distribuição espacial de cada uma das espécies e a atividade de oviposição na área urbana do município, utilizando o QGIS. De acordo com a correlação de Postos de Spearman, houve correlação positiva significativa ($p < 0,05$) entre os índices de oviposição e a temperatura. A precipitação e a umidade relativa não apresentaram correlação significativa com a atividade de oviposição. Foram encontrados ovos em todos os meses de coleta, a espécie *Aedes aegypti* esteve presente em todos os meses de monitoramento, em maior proporção que *Aedes albopictus*, este último foi ausente em apenas um mês investigado, julho de 2021. Ambos os Culicidae foram detectados, em maior abundância, nas regiões com maior concentração de imóveis. Os vetores foram detectados mesmo em baixas densidades com o uso da ovitrampa, demonstrando sua eficiência e sensibilidade para monitorar e auxiliar em estratégias de controle da população destes insetos vetores. Reitera-se a importância de seu uso nas rotinas de vigilância entomológica, como medida preventiva de ocorrência de arboviroses em humanos.

Palavras-chave: *Aedes*. Oviposição. Clima. Análise espacial. Litoral.

ABSTRACT

The present study is intended to investigate the spatial dynamics and periodicity of activity of the mosquitoes *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*, in the urban area of the municipality of Antonina, on the coast of Paraná. A total of 100 oviposition traps were installed monthly, throughout the year, distributed throughout the municipality, in order to measure the oviposition activity of the two species of *Aedes*. Ovitraps were used to obtain ovitrap positivity (IPO) and egg density (IDO) indices. It was investigated whether there is a relationship between these indices and temperature, rainfall and relative humidity. The eggs collected in the ovitraps were created in the laboratory and identified according to the species. Kernel density maps were prepared to evaluate the spatial distribution of each species and oviposition activity in the urban area of the municipality, using QGIS. According to Spearman Rank correlation, there was a significant positive correlation ($p < 0.05$) between oviposition indexes and temperature. Precipitation and relative humidity did not show significant correlation with oviposition activity. Eggs were found in all months of collection, the species *Aedes aegypti* was present in all months of monitoring, in greater proportion than *Aedes albopictus*, the latter was absent in only one month investigated, July 2021. Both Culicidae were detected, in greater abundance, in regions with a higher concentration of properties. The vectors were detected even at low densities using the ovitrap, demonstrating its efficiency and sensitivity to monitor and assist in population control strategies for these insect vectors. We reiterate the importance of its use in entomological surveillance routines, as a preventive measure for the occurrence of arboviruses in humans.

Keywords: *Aedes*. Oviposition. Climate. Spatial analysis. Coast.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO..... 9
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA..... 15
2.1 Subgênero *Stegomyia*..... 15
2.2 Vetor *Aedes aegypti*..... 15
2.3 Vetor *Aedes albopictus*..... 19
3 OBJETIVOS..... 23
3.1 Objetivo geral..... 23
3.2 Objetivos específicos..... 23
4 MATERIAIS E MÉTODOS..... 24
4.1 Área de estudo..... 24
4.2 Materiais e metodologia utilizada..... 25
4.3 Análise dos resultados..... 28
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 30
6 LIMITAÇÕES DO ESTUDO..... 48
7 CONCLUSÃO..... 49
REFERÊNCIAS..... 50

1 INTRODUÇÃO

Os mosquitos são insetos da ordem Diptera, pertencentes à família Culicidae. São conhecidos popularmente como pernilongos, muriçocas ou carapanãs. Alguns representantes da família são de importância em saúde pública, por terem a capacidade de transmitir agentes etiológicos causadores de doenças à espécie humana. Entre os culicídeos de importância sanitária estão às espécies exóticas *Aedes* (*Stegomyia*) *aegypti* (Linnaeus, 1762) e *Aedes* (*Stegomyia*) *albopictus* (Skuse, 1894), ambas consideradas invasoras no Brasil (CONSOLI e OLIVEIRA, 1994). Considerado um mosquito cosmopolita, o *Aedes aegypti* ocorre nas regiões tropicais e subtropicais, entre as latitudes 35ºN e 35ºS. Embora a espécie tenha sido identificada até a latitude 45ºN, estes têm sido achados esporádicos apenas durante a estação quente, não sobrevivendo ao inverno (BRASIL. Ministério da Saúde, 2001). A espécie *Aedes albopictus*, por sua vez, é encontrada atualmente em todos os continentes do mundo, exceto na Antártida (FERREIRA-DE-LIMA, 2020).

As duas espécies citadas acima são vetores de importantes arboviroses à espécie humana, entre elas a dengue, febre amarela, chikungunya e Zika (WHO, 2020). Até o presente momento, no Brasil, o *A. aegypti* é considerado o único vetor responsável pela transmissão da dengue, chikungunya e Zika, enquanto o *A. albopictus* é considerado apenas como um potencial vetor dessas arboviroses (FERREIRA-DE-LIMA, 2020). Com relação à febre amarela, além do sucesso infeccioso do *A. albopictus* com o vírus da febre amarela em laboratório, em 2018 foram encontrados, pelo Instituto Evandro Chagas, espécimes de *A. albopictus* naturalmente infectados por esse vírus no Brasil (FERREIRA-DE-LIMA, 2020).

A dengue é uma arbovirose causada por um vírus da família *Flaviviridae*, com quatro sorotipos conhecidos: DENV-1, DENV-2, DENV-3 e DENV-4. Não existe um medicamento viral específico para tratar a dengue e a prevenção e controle da dengue envolvem o controle do mosquito vetor, o *A. aegypti* (WHO, 2022). A única vacina para a dengue licenciada para uso até o presente momento é a Dengvaxia® da Sanofi Pasteur. No entanto, ela contém limitações. Devido ao risco aumentado de hospitalização e desenvolvimento de dengue mais grave por pessoas vacinadas soronegativas que se infectaram após a vacinação, o uso da vacina é direcionado a pessoas que vivem em áreas endêmicas, de 9 a 45 anos de idade, que tiveram pelo

menos um episódio de infecção pelo vírus da dengue anteriormente. Outras vacinas ainda se encontram em fase de testes, entre elas a Butantan-DV, vacina desenvolvida pelo Instituto Butantan (THOMAS e YOON, 2019).

A febre amarela é uma doença hemorrágica viral causada pelo vírus amarílico, também pertencente ao gênero *Flavivírus*, da família *Flaviviridae* (OPAS, 2022). A doença apresenta-se sob duas formas epidemiologicamente distintas: febre amarela urbana e febre amarela silvestre. Semelhantes dos pontos de vista etiológico, fisiopatológico, imunológico e clínico, diferenciando-se uma da outra apenas pela localização geográfica, espécie vetorial e tipo de hospedeiro. A febre amarela silvestre é uma zoonose que ocorre em primatas não-humanos e é transmitida por mosquitos silvestres dos gêneros *Haemagogus* e *Sabethes*. O ser humano é infectado acidentalmente quando picado por um mosquito vetor silvestre ao penetrar no ciclo enzoótico natural. Essa forma epidemiológica é um risco para a introdução do vírus nas grandes cidades e pequenas localidades infestadas pelo *A. aegypti*. Na forma urbana, o homem se constitui no único hospedeiro, a transmissão ocorre através do vetor *A. aegypti* e do vetor *A. albopictus* (BRASIL. Ministério da Saúde, 2004). Além disso, o *A. albopictus* apresenta potencial papel de atuar como vetor de ponte entre os ciclos silvestres e urbanos do vírus da febre amarela (FERREIRA-DE-LIMA, 2020). Não há medicamento antiviral específico para a febre amarela, no entanto, ela é prevenida por uma vacina extremamente eficaz, segura e acessível. Uma dose da vacina é suficiente para garantir imunidade e proteção ao longo da vida, não sendo necessária dose de reforço (OPAS, 2022).

A chikungunya é uma doença causada por um vírus pertencente ao gênero *Alphavirus*, da família *Togaviridae*. No Brasil, os primeiros casos autóctones da febre chikungunya foram notificados em agosto e setembro de 2014 (BRASIL. Ministério da Saúde, 2014). Não existe tratamento antiviral específico para a doença. Com relação a imunização, uma vacina contra a chikungunya (VLA1553), desenvolvida em parceria entre o Instituto Butantan e a empresa de biotecnologia franco-austríaca Valneva, tem mostrado resultados promissores de eficácia e segurança. Ensaios clínicos com a vacina também estão sendo realizados no Brasil. O objetivo é avaliar a vacina em uma região endêmica da doença, algo fundamental para atestar a real eficácia de um imunizante (BUTANTAN, 2022).

A Zika é uma doença causada por um vírus pertencente ao gênero *Flavivirus*, da família *Flaviviridae*. O primeiro caso autóctone de transmissão do vírus Zika no Brasil ocorreu no ano de 2015 (ZANLUCA *et al.*, 2015). Neste mesmo ano, foi detectada a associação da doença com a síndrome de Guillain-Barré e observou-se a associação entre a infecção e malformações do sistema nervoso central ao nascimento, incluindo microcefalia (OPAS, 2022). Não existe tratamento antiviral específico para a infecção pelo vírus Zika e também não há vacina contra o vírus até o presente momento, mas existem alguns estudos em andamento para o desenvolvimento de uma vacina segura e eficaz (ZHOU *et al.*, 2021).

Essas quatro arboviroses têm grande impacto na saúde humana e os esforços para amortecer esses impactos são constantes. Pela falta de vacina e/ou medicação específica nos casos da presença dos vírus chikungunya e Zika, e pela ausência de medicação e uma vacina abrangente para o vírus da dengue, uma das alternativas para evitar o contato com os três tipos virais é controlar a população dos vetores, sendo a eliminação de criadouros uma das formas de contribuição da população para auxiliar na redução da transmissão autóctone (ZEQUI *et al*., 2018). Os mosquitos vetores desempenham papel importante na disseminação dessas arboviroses, a prevenção e o controle dependem de medidas eficazes de controle desses vetores (WHO, 2022). O conhecimento do vetor é de extrema importância e pode alicerçar decisões de autoridades em saúde pública, destinadas a conter a propagação e a magnitude das epidemias de arboviroses.

No Brasil, os programas de controle da dengue realizam o monitoramento entomológico através do Levantamento Rápido de Índice para *A. aegypti* (LIRAa) a partir de coletas de larvas em criadouros inspecionados, para medir a densidade de *A. aegypti* em áreas urbanas. A vistoria de depósitos de água e outros recipientes permite a coleta e contagem de larvas e pupas, para cálculo dos índices de infestação predial (IIP) e de Breteau (IB) (BRASIL. Ministério da Saúde, 2005; BRAGA e VALLE, 2007). No entanto, a coleta de larvas e pupas nos criadouros naturais e artificiais inspecionados está sujeita a vieses devido a locais de difícil acesso pelos serviços de controle de vetores. Como alternativa armadilhas de oviposição podem estimar a taxa de infestação sem a necessidade de inspeção de recipientes de água e criadouros (MOURA *et al.*, 2020). A ovitrampa é a armadilha de oviposição recomendada pelo

Ministério da Saúde para auxiliar na pesquisa entomológica e controle vetorial de *Aedes* spp. (BRASIL. Ministério da Saúde, 2009).

Descrita por Fay e Perry (1965) e melhorada por Fay e Eliason (1966), a ovitrampa consiste em um recipiente de cor preta, contendo um retângulo vertical de madeira (palheta) com uma superfície áspera, preenchido parcialmente com água de torneira, com largura de pouco centímetros e altura pouco superior ao recipiente (DIBO *et al.*, 2005). Ela se trata de uma ferramenta importante para o monitoramento e controle das populações de *A. aegypti* e *A. albopictus*, pois tem uma boa sensibilidade para detectar a presença dos vetores em diferentes áreas, mesmo com níveis baixos de infestação, além de ter um custo e demanda operacional reduzidos (ZEQUI *et al.*, 2018). Diversos estudos relataram a ovitrampa como um bom instrumento de detecção precoce desses vetores, refletindo com sensibilidade a densidade das populações, em comparação a outros métodos como de larvitrampas (MARQUES *et al.*, 1993). Estudos com ovitrampas em diferentes regiões do Brasil atestam a sua eficácia como método para controle vetorial (ZEQUI *et al.*, 2018; CUSTÓDIO *et al.*, 2019; NOLETO *et al.*, 2020; NASCIMENTO *et al.*, 2020). Recentemente, um estudo comparando a eficiência de quatro tipos de ovitrampas em duas regiões diferentes no Brasil, Manaus no estado do Amazonas e Londrina no estado do Paraná, concluiu que palhetas menores e menos rugosas, bem como armadilhas com cor mais clara, são menos convidativas para as fêmeas de *Aedes* spp. (SILVA *et al.*, 2021). Portanto, a armadilha padrão, como descrita por Fay e Perry (1965), de cor preta com palheta rugosa, continua sendo mais eficaz na atração de fêmeas de *A. aegypti* e *A. albopictus* para oviposição.

O Paraná se destaca dentre os estados do sul do Brasil, pois registra o maior número de casos de dengue entre estes. Apresentou as primeiras notificações em 1991, com casos importados. Após dois anos, os primeiros casos autóctones e, em 1995, ocorreu a primeira epidemia, com 1.861 casos notificados (PARANÁ. Secretaria de Saúde, 2020). No Paraná, a dengue é endêmica com períodos epidêmicos e alternância anual no volume de casos, sendo observada uma tendência de epidemias mais importantes a cada ano. Dentre as arboviroses urbanas, a dengue ocupa maior relevância pelo histórico de número de casos. No entanto, há casos de febre chikungunya e Zika vírus também (PARANÁ. Secretaria de Saúde, 2020). Os casos de dengue no estado do Paraná têm aumentado e, no dia 19 de abril de 2022, a

Secretaria Estadual de Saúde do Paraná declarou situação de epidemia de dengue (PARANÁ. Agência Estadual de Notícias, 2022). As análises epidemiológicas, que compreendem o período sazonal da doença, iniciado em 1° de agosto de 2021, seguindo até julho de 2022, contabilizam, no boletim n° 48 divulgado pela Secretaria de Estado da Saúde, um total de 253.260 casos notificados, 129.646 casos confirmados, dos quais 117.264 eram autóctones (PARANÁ. Secretaria de Saúde, 2022). Segundo informe entomológico divulgado pela Secretaria de Saúde do estado, atualmente, 89,2% do total de municípios do estado do Paraná (356 municípios) são considerados infestados (aqueles com disseminação e manutenção do vetor nos domicílios) (PARANÁ. Secretaria de Saúde, 2022).

O município de estudo do presente trabalho, Antonina, localizado na região litorânea do estado do Paraná, pertence à 1ª Regional de Saúde, que engloba, além de Antonina, os municípios de Guaraqueçaba, Guaratuba, Matinhos, Morretes, Paranaguá e Pontal do Paraná. Antonina é um município considerado infestado, bem como os demais municípios pertencentes a 1ª Regional de Saúde, com exceção do município de Guaraqueçaba. Os boletins epidemiológicos divulgados até 30 de julho de 2022 contabilizam um total de 3.144 casos de dengue notificados e 1.360 confirmados para a 1ª regional de saúde, que corresponde à região litorânea do estado do Paraná. Destes, 82 casos notificados e nove confirmados são provenientes do município de Antonina, dos quais cinco são autóctones. O sorotipo detectado nos casos de dengue em Antonina é o 2 (PARANÁ. Secretaria de Saúde, 2022).

Cabe ressaltar que os dados epidemiológicos trazem um bom panorama dos casos de dengue e das outras arboviroses, no entanto, é importante destacar também que esses números refletem apenas a população que procura atendimento médico e, portanto, é possível que haja subnotificação dos casos.

Estratégias de monitoramento e controle desses vetores são necessários para redução da circulação viral. O comportamento do mosquito em campo é um fator chave na epidemiologia das doenças transmitidas por mosquitos (SERPA *et al.*, 2013). A abundância dos vetores do gênero *Aedes* está associada a fatores bióticos e abióticos. A dinâmica sazonal do vetor da dengue está comumente associada às mudanças e flutuações climáticas, que incluem: aumento da temperatura, variações na pluviosidade e umidade relativa do ar, condições estas que favorecem maior número de criadouros disponíveis e consequentemente o desenvolvimento do vetor

(VIANA *et al.*, 2013). Fatores meteorológicos afetam o metabolismo do mosquito, a atividade de oviposição e, consequentemente, a quantidade de ovos postos pelas fêmeas (FOCKS *et al.*, 1993[1] apud SERPA *et al.*, 2013). Estes aspectos bioecológicos podem ser mensurados conforme o número de ovitrampas positivas e a densidade de ovos.

Assim sendo, a compreensão da dinâmica populacional dos vetores de arbovírus através das taxas de oviposição de *A. aegypti* e *A. albopictus* e a relação entre a biologia destes insetos, somados a fatores ambientais, pode alicerçar decisões de autoridades em saúde pública, destinadas a conter a propagação e a magnitude das epidemias de arboviroses.

[1] FOCKS, D. A. *et al*. Dynamic life table model for *Aedes aegypti*: Simulations results. **Journal of Medical Entomology**, v. 30, ed. 6, p. 1018-1028, nov. 1993.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Subgênero *Stegomyia*

É um subgênero da região etiópica. Duas de suas espécies invadiram países fora de sua distribuição zoogeográfica original, incluindo o Brasil: *Aedes* (*Stegomyia*) *aegypti e Aedes* (*Stegomyia*) *albopictus*. Os *Aedes* do subgênero *Stegomyia* se desenvolvem em criadouros do tipo recipiente, tanto naturais (buracos em árvore, bromélias, internódios de bambu) quanto artificiais (enorme variedade). Nesses recipientes, os ovos são depositados fora da água, nas paredes internas e úmidas dos recipientes onde, após o rápido desenvolvimento embrionário, são capazes de se manter viáveis por longos períodos, mesmo em condições desfavoráveis de dessecação. As fêmeas são hematófagas vorazes e costumam realizar o repasto sanguíneo durante o dia (CONSOLI e OLIVEIRA, 1994).

Morfologicamente, os *Stegomyia* adultos apresentam tórax enegrecido, frequentemente ornamentado com manchas, faixas ou desenhos de escamas claras, geralmente branco-prateadas. Tais ornamentações se prolongam até o escutelo, onde as escamas claras geralmente predominam. As pernas são de aspecto listrado, pois a maioria dos segmentos tarsais, e muitas vezes o fêmur e a tíbia apresentam manchas brancas. A probóscide tem comprimento semelhante ao do fêmur anterior. As garras tarsais podem ser denteadas ou lisas (CONSOLI e OLIVEIRA, 1994).

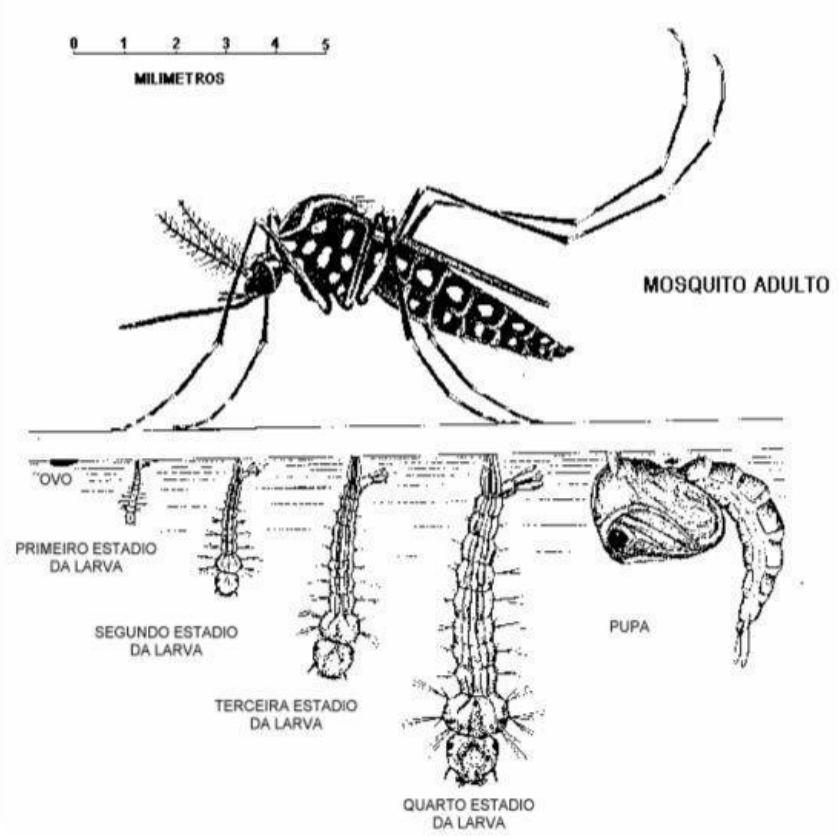
2.2 Vetor *Aedes aegypti*

O *Aedes aegypti*, originalmente descrito a partir de material coletado no Egito, foi disseminado de forma passiva pelos seres humanos em sua longa e ininterrupta migração pelo mundo e permaneceu onde encontrou condições favoráveis para a sua proliferação. Sua introdução no Brasil se deu durante o período colonial, possivelmente através do transporte marítimo na época do tráfico de pessoas escravizadas do continente africano. O vetor, intensamente combatido no início do século XX, durante as epidemias de febre amarela, foi considerado erradicado em 1955. Contudo, países vizinhos não o erradicaram e esse descuido, somado ao crescimento populacional humano acelerado, provocou uma nova invasão no território

brasileiro em 1967 (CONSOLI e OLIVEIRA, 1994). Desde então, o *A. aegypti* está presente em todas as Unidades da Federação (ZARA *et al.*, 2016).

Como qualquer culicídeo, o *A. aegypti* apresenta duas fases no seu ciclo de vida: a fase aquática, que inclui três estágios de desenvolvimento (ovo, larva e pupa) e a fase terrestre, que corresponde ao mosquito adulto (FIGURA 1).

FIGURA 1 ─ CICLO DE VIDA DO MOSQUITO *Aedes aegypti.*



FONTE: Laboratório de Culicídeos – SUCEN – Taubaté.

Classicamente, admite-se que esse mosquito prefere realizar suas posturas em coleções de água limpa, todavia, utilizam-se de ampla variedade de criadouros que apresentam desde água limpa até poluída. Os ovos são depositados pelas fêmeas, individualmente, nas paredes internas dos depósitos que servem como criadouros, próximos à superfície d'água. Os criadouros são as coleções aquáticas onde as formas imaturas vivem, onde se processa também o subsequente desenvolvimento, até a formação de novos adultos (FORATTINI, 1962; SÃO PAULO, Secretaria de Estado da Saúde, 1997; FORATTINI, 2002).

A duração do ciclo de vida a partir da oviposição até a fase adulta é de 10 dias (em condições favoráveis, principalmente de temperatura e disponibilidade de

alimentos). O desenvolvimento do embrião ocorre entre dois e três dias em temperatura adequada (26 a 46°C) e alta umidade próxima à linha d'água. Se durante este tempo for assegurado um perfeito desenvolvimento, os ovos se tornam resistentes à dessecação e podem sobreviver por períodos que vão de vários meses até mais de um ano (diapausa) (FORATTINI, 1962; SÃO PAULO, Secretaria de Estado da Saúde. 1997; FORATTINI, 2002).

A capacidade de resistência dos ovos à dessecação é um grande obstáculo para a erradicação do mosquito, pois além de proporcionar a sobrevivência do embrião frente a condições climáticas adversas, permite que os ovos sejam transportados passivamente a grandes distâncias, em recipientes secos, tornando-se assim o principal meio de dispersão do inseto (BRASIL. Ministério da Saúde, 2001).

As larvas eclodem após alguns minutos de submersão dos ovos em meio líquido, são aquáticas e apresentam movimentos sinuosos característicos. Alimentam-se de detritos orgânicos animais ou vegetais, bactérias, fungos e protozoários existentes na água. Passam por quatro estádios larvais, entre os quais ocorre o desprendimento do exoesqueleto (processo de "muda"), completando o seu desenvolvimento entre 5 a 10 dias em condições favoráveis de temperatura (25 a 29°C) até originar a pupa, um estádio que não requer alimentação, no qual ocorrem profundas transformações que levam a formação do adulto e a mudança do hábito aquático para o terrestre. Esse período do desenvolvimento é bastante sensível à temperatura, podendo encurtar ou prolongar o tempo de desenvolvimento, que em uma temperatura entre 27 e 38°C é de 1 a 3 dias (FORATTINI, 1962; SÃO PAULO, Secretaria de Estado da Saúde. 1997; FORATTINI, 2002).

Após a emersão dos adultos, estes procuram por cópula e por alimento. É a fase reprodutiva e de dispersão do inseto. O acasalamento costuma ocorrer durante o voo, mas, ocasionalmente, pode se dar sobre uma superfície, vertical ou horizontal. Uma única inseminação é suficiente para fecundar todos os ovos que a fêmea venha a produzir durante sua vida (BRASIL. Ministério da Saúde, 2001). Após a cópula, os espermatozoides são armazenados nas espermatecas do aparelho reprodutor da fêmea, serão utilizados pouco a pouco para fecundar os ovos durante o processo de postura, que ocorre após a fêmea realizar repasto sanguíneo (CONSOLI e OLIVEIRA, 1994).

Machos e fêmeas alimentam-se de néctar de fluídos açucarados de qualquer fonte, mas somente as fêmeas são hematófagas, picando durante o dia, principalmente nas primeiras horas da manhã e ao entardecer, atacando o ser humano e, por vezes, outros animais, desde que estejam próximos a seus criadouros e abrigos. O *A. aegypti* é dotado de certo ecletismo em relação à fonte sanguínea para alimentação, mas o ser humano é sua principal vítima (antropofilia). Embora raramente, podem ser oportunistas e atacar o homem durante a noite, se este se aproxima de seu abrigo. São sugadoras rápidas e persistentes, o que favorece a transmissão de agentes infecciosos. O sangue é a fonte de proteínas que se fazem necessárias em sua alimentação para a maturação dos ovos e também é uma fonte de energia para a fêmea (CONSOLI e OLIVEIRA, 1994; FORATTINI, 1962; FORATTINI, 2002).

A fêmea consegue fazer ingestões múltiplas de sangue durante um único ciclo gonadotrófico, o que amplia a sua capacidade de se infectar e de transmitir os vírus. A presença dos criadouros em ambiente de convívio com o homem favorece a rápida proliferação da espécie, por dois aspectos: condições ideais para reprodução e fontes de alimentação (ZARA *et al.*, 2016).

Morfologicamente, o *A. aegypti* é escuro, com faixas brancas nas bases dos segmentos tarsais e um desenho em forma de lira no mesonoto. Nos espécimes mais velhos, o desenho da lira pode desaparecer, mas dois tufos de escamas branco-prateadas no clípeo, escamas claras nos tarsos e palpos permitem a identificação da espécie. O macho se distingue essencialmente da fêmea por possuir antenas plumosas e palpos mais longos (BRASIL. Ministério da Saúde, 2001).

A dispersão da espécie é baixa quando comparada com a de outras espécies, poucas vezes a dispersão pelo voo excede 100 metros, as fêmeas costumam passar toda sua vida nas proximidades do local de onde eclodiu, desde que haja hospedeiros e recipientes para a oviposição por perto. A dispersão a longas distâncias se dá, geralmente, como resultado do transporte passivo dos ovos e larvas em recipientes (BRASIL. Ministério da Saúde, 2001).

O vetor tem sido encontrado abundantemente durante a estação quente e, em menor frequência, durante o inverno. Geralmente, adaptam-se mais frequentemente ao aumento da temperatura do que ao decréscimo de umidade. Todavia, umidades muito altas, acima de 80% U.R., podem ser tão perniciosas como os baixos teores.

Toma-se como faixa viável a que vai de 40 a 80% U.R., dentro da qual as variações de umidade, embora grandes, não afetam sensivelmente os mosquitos. Sua longevidade varia de acordo com a temperatura, umidade e nutrição. Em laboratório, os adultos podem permanecer vivos durante meses, mas na natureza vivem em média 30 a 35 dias. Em geral, as fêmeas são mais longevas que os machos (FORATTINI, 1962; SÃO PAULO, Secretaria de Estado da Saúde, 1997; FORATTINI, 2002).

Assim sendo, a dinâmica sazonal do vetor *A. aegypti* está comumente associada às mudanças e flutuações climáticas, que incluem aumento da temperatura, variações na pluviosidade e umidade relativa do ar, condições estas que favorecem maior número de criadouros disponíveis e também o desenvolvimento do vetor (VIANA *et al.*, 2013).

2.3 Vetor *Aedes albopictus*

O *Aedes albopictus* é também um mosquito exótico à fauna nativa, sendo originário do continente asiático. Foi encontrado pela primeira vez no Brasil no ano de 1986. Sua distribuição em território brasileiro é associada à presença do homem, utilizando, assim como o *A. aegypti*, de criadouros propiciados pela atividade humana. Contudo, o *A. albopictus* ocupa com facilidade ambientes semi-silvestre e silvestre, não dependendo de locais com grande concentração humana como o *A. aegypti* (CONSOLI e OLIVEIRA, 1994). Na ausência de artefatos humanos, alimenta-se de néctar e de sangue de animais silvestres e se reproduz em depósitos naturais (ZARA *et al.*, 2016). Devido a sua rápida expansão, a espécie *A. albopictus* já foi relatada em 26 das 27 unidades federativas do Brasil, apenas no estado do Acre há ausência de registro de ocorrência desta espécie (FERREIRA-DE-LIMA *et al.*, 2020).

O ciclo de vida do *A. albopictus* perpassa as mesmas fases do ciclo do *A. aegypti* (ovo, larva, pupa e adulto). Os ovos também podem adquirir resistência à dessecação e permanecerem viáveis por meses, mesmo em condições secas, até que o ambiente se torne adequado à eclosão das larvas (FERREIRA, 2014). Os ovos de *A. albopictus* são muito semelhantes aos do *A. aegypti*, ambos apresentam a mesma coloração esbranquiçada no momento da postura, e posteriormente adquirem uma cor enegrecida e brilhante, não sendo possível diferenciá-los visualmente. Morfologicamente, o *A. albopictus* é um mosquito escuro com faixas brancas nas

pernas, uma faixa branca médio-longitudinal no mesonoto e seu clípeo não apresenta manchas de escamas brancas, caracteres estes que o diferenciam do *A. aegypti* (CONSOLI e OLIVEIRA, 1994).

No Brasil, o *A. albopictus* é frequentemente encontrado em áreas com cobertura vegetal de alta a média densidade, como ambientes periurbanos e silvestres, bem como parques verdes inseridos em áreas urbanas. No entanto, a espécie foi recentemente relatada em áreas negligenciadas e densamente urbanizadas, como favelas urbanas. A valência ecológica apresentada por *A. albopictus* também é demonstrada pela capacidade desta espécie de usar macro e micro habitats naturais e artificiais para colocar ovos. A adaptação de *A. albopictus* em ambientes silvestres e antropizados indica esta espécie como um possível vetor de ponte de hospedeiros silvestres para humanos para vários arbovírus zoonóticos que circulam em florestas e áreas vegetadas brasileiras (FERREIRA-DE-LIMA *et al.*, 2020).

Apesar dos poucos estudos realizados no Brasil sobre os padrões de alimentação sanguínea de *A. albopictus*, todos eles parecem indicar um comportamento antropofílico desta espécie nas áreas estudadas. A espécie alimenta-se de sangue em uma ampla gama de hospedeiros mamíferos: aves e até anfíbios e répteis, incluindo seres humanos. No entanto, a escolha do hospedeiro parece estar relacionada ao ambiente específico onde este vetor está presente (FERREIRA-DE-LIMA *et al.*, 2020). A antropofilia é um comportamento importante na capacidade vetorial de uma espécie de mosquito, pois quanto mais contato com seres humanos, maiores as chances de transmissão do patógeno (FORATTINI, 2002[2] apud FERREIRA-DE-LIMA *et al.*, 2020).

A capacidade vetorial do *A. albopictus* depende da população em questão, visto que há variabilidade genética entre populações de diferentes locais e isto reflete na sua capacidade vetorial para os diferentes arbovírus. Alguns estudos demonstram a suscetibilidade do *A. albopictus* para os vírus da dengue, chikungunya e Zika em condições de laboratório. Além disso, no Brasil, há relatos de ocorrência de infecção natural de *A. albopictus* com diferentes sorotipos do vírus da dengue durante os estágios larvais e adultos criados a partir de larvas coletadas em campo em diferentes

[2] FORATTINI, O. P. Culicidologia Médica: Identificação, Biologia, Epidemiologia. São Paulo: **Edusp**, v.2, 2002.

locais. Apesar dos achados, até o momento, no Brasil, o *A. albopictus* é considerado apenas como um potencial vetor, enquanto *A. aegypti* é considerado o único vetor responsável pela transmissão da dengue, chikungunya e Zika (FERREIRA-DE-LIMA *et al.*, 2020).

Com relação à febre amarela, estudos demonstram a competência vetorial do *A. albopictus* para o vírus da febre amarela em laboratório. Johnson *et al.* (2002) relatam que *A. albopictus* apresenta taxas de infecção semelhantes quando comparada ao *A. aegypti*, no entanto, poucos espécimes exibiram infecção nas glândulas salivares, sugerindo que *A. aegypti* é um melhor portador do vírus da febre amarela quando comparado ao *A. albopictus*. Em 2018 foram descobertos, pelo Instituto Evandro Chagas, indivíduos dessa espécie naturalmente infectados pelo vírus da febre amarela. A febre amarela, tendo um ciclo silvestre e um ciclo urbano e, tendo a espécie *A. albopictus* facilidade em ocupar ambientes silvestres e semi-silvestres, a relação espacial entre esse patógeno e esse mosquito reforça a possibilidade dessa espécie atuar como vetor de ponte entre os ciclos silvestres e urbanos do vírus da febre amarela (FERREIRA-DE-LIMA *et al.*,2020).

A influência de temperaturas constantes sobre os estágios de desenvolvimento de *A. albopictus* foi investigada sob condições de laboratório, a partir de colônias originárias de imaturos coletados em área urbana da cidade de Registro (Vale do Ribeira, Estado de São Paulo), em março de 1999. No referido estudo, os autores constataram que a velocidade de desenvolvimento do ciclo aquático da espécie é inversamente proporcional à temperatura, ou seja, quanto mais alta a temperatura, mais rápido é o desenvolvimento larval. Também constataram que é possível a manutenção de formas adultas de *A. albopictus* a 15°C, 20°C, 25°C e 30°C, no entanto, as médias de vida nos extremos de temperatura são menores, ou seja, o inseto não é tolerante a temperaturas muito frias ou muito altas. Além disso, observou-se que a temperatura afeta de forma significativa o número médio de repastos realizados por fêmea, sendo observada elevada frequência de atividade hematofágica a 25° C, enquanto a 15° C as fêmeas apresentaram dificuldade para perfurar os tecidos do hospedeiro e, consequentemente, houve grande redução no número de ovos. Entre 20° C a 30° C, a porcentagem de fêmeas que realizaram a postura foi superior a 80% (CALADO e NAVARRO-SILVA, 2002).

A temperatura tem influência direta na distribuição geográfica de populações vetoras de agentes etiológicos, visto que a temperatura regula vários aspectos biológicos e ecológicos dos mosquitos, permitindo estabelecer limites para ocorrência de espécies como *A. aegypti* e *A. albopictus*. Este último apresenta ampla distribuição geográfica no mundo, incluindo áreas com grande faixa de variação da temperatura, mostrando-se bem mais tolerante ao frio que *A. aegypti* (GLASSER *et al.*, 2002; FERREIRA-DE-LIMA *et al.*, 2020).

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Analisar a distribuição espacial e periodicidade de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* na área urbana do município de Antonina, Paraná, Brasil.

3.2 Objetivos específicos

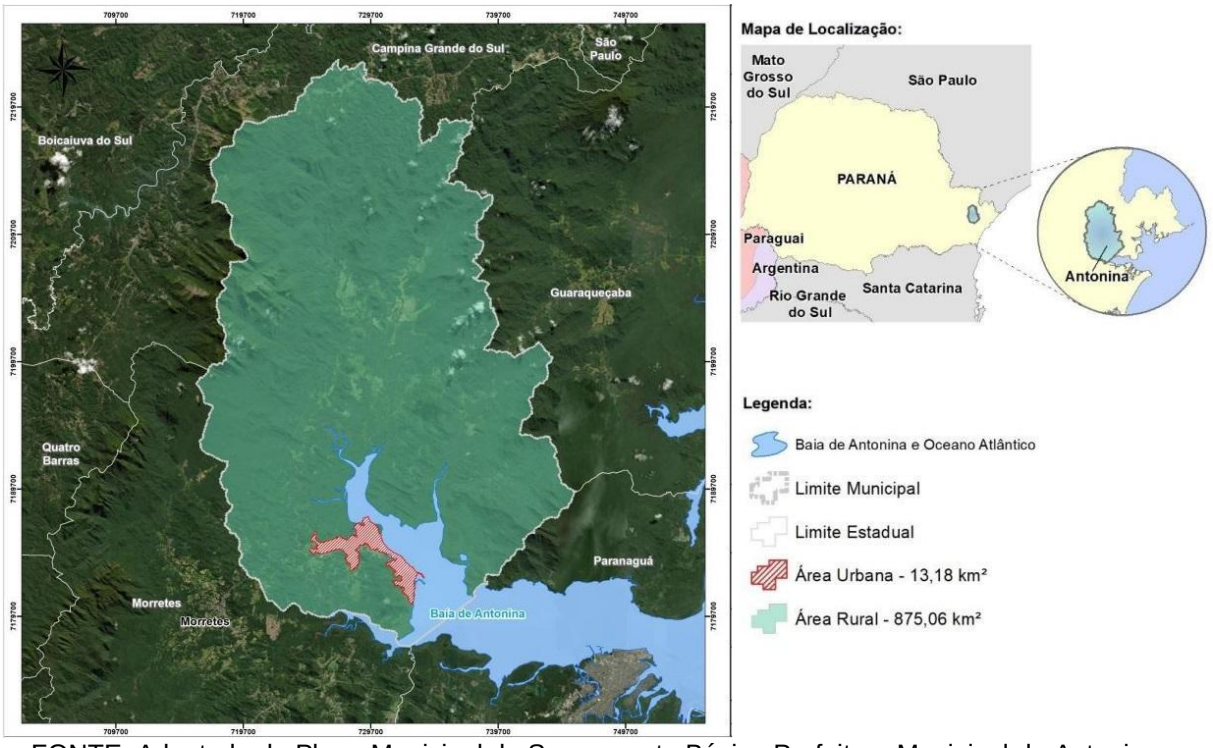
- Avaliar a flutuação das populações de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* na área urbana de cidade da planície litorânea do Estado do Paraná;
- Investigar a distribuição espacial de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* na área urbana;
- Determinar os índices de oviposição (IPO) e de densidade de ovos (IDO) de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*;
- Correlacionar a atividade de oviposição das duas espécies de *Aedes* com os seguintes fatores climáticos: temperatura, pluviosidade e umidade relativa.
- Correlacionar a densidade das duas espécies de *Aedes* com os seguintes fatores climáticos: temperatura, pluviosidade e umidade relativa.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Área de estudo

O município de Antonina localiza-se no sul do Brasil, na região litorânea do estado do Paraná. Pertence à Mesorregião Metropolitana de Curitiba, mais precisamente na Microrregião de Paranaguá. O município limita-se ao norte e a oeste com Campina Grande do Sul, ao sul e a oeste com Morretes e a leste com Paranaguá e Guaraqueçaba (FIGURA 2). Compreende uma área territorial de 88.317 km^2, com uma população estimada de 18.919 pessoas [2021] e Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) de 0.687 [2010] (IBGE, 2022). A área urbana do município de Antonina perfaz uma área total de 13,83 km², conforme especificado no memorial descritivo do perímetro urbano da sede do Município de Antonina (ANTONINA, 2008).

FIGURA 2 ─ LOCALIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE ANTONINA



FONTE: Adaptado do Plano Municipal de Saneamento Básico Prefeitura Municipal de Antonina – Paraná (2020).

O litoral paranaense corresponde à planície litorânea e parte da serra do mar, abrange os municípios de Guaraqueçaba, Antonina, Morretes, Paranaguá, Matinhos, Guaratuba e Pontal do Paraná. O município de Antonina faz parte da planície litorânea

do estado do Paraná, pertence ao bioma Mata Atlântica e ao sistema costeiro marinho (IBGE, 2022). O clima da planície costeira paranaense, segundo a classificação de Koeppen, enquadra-se no tipo Cfa (Clima temperado chuvoso e moderadamente quente), úmido em todas as estações e com verão quente, com média do mês mais quente superior a 22º C e no mês mais frio inferior a 18º C, sem estação seca definida. Em algumas partes mais elevadas do litoral, onde observa-se uma redução das médias térmicas associadas à elevação da pluviosidade média anual, o Cfb (Subtropical Úmido – Mesotérmico com verão fresco) é o tipo climático mais representativo (VANHONI e MENDONÇA, 2008).

Existe uma relativa homogeneidade nos resultados de temperatura média mínima, temperatura média máxima e temperatura média no litoral do Paraná durante o ano, para todas as estações. O período mais quente do ano é representado pelos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, sendo este último o que se destaca como o mais quente entre os três. O período de menores temperaturas é representado pelos meses de junho, julho e agosto, sendo que o mês de julho é o que apresenta a menor média de temperatura. É notável a influência do relevo na determinação das médias (anual e sazonal) das temperaturas, além de outros fatores como a diferença de pressão e a maritimidade (VANHONI e MENDONÇA, 2008).

Com relação à pluviosidade, o litoral do Paraná não apresenta nenhum período seco durante o ano, as chuvas são bem distribuídas ao longo do ano, embora haja menor pluviosidade no inverno e alta pluviosidade no verão, sobretudo nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro – com destaque para o mês de janeiro, que apresenta grandes volumes de chuva, chegando a ocorrer pluviosidade acima de 50 mm em um único dia. Na planície de Antonina, a média pluviométrica situa-se em torno de 2.000 e 2.200 mm/ano. Somente nas áreas montanhosas próximas a esses municípios é que a média ultrapassa este valor. O ciclo anual da distribuição das chuvas no litoral do Paraná evidencia que a intensidade pluviométrica está intimamente relacionada às estações do ano, sendo que no verão a média é maior, diminuindo no outono, chegando às menores médias no inverno e progressivamente aumentando na primavera (VANHONI e MENDONÇA, 2008).

4.2 Obtenção dos ovos e adultos

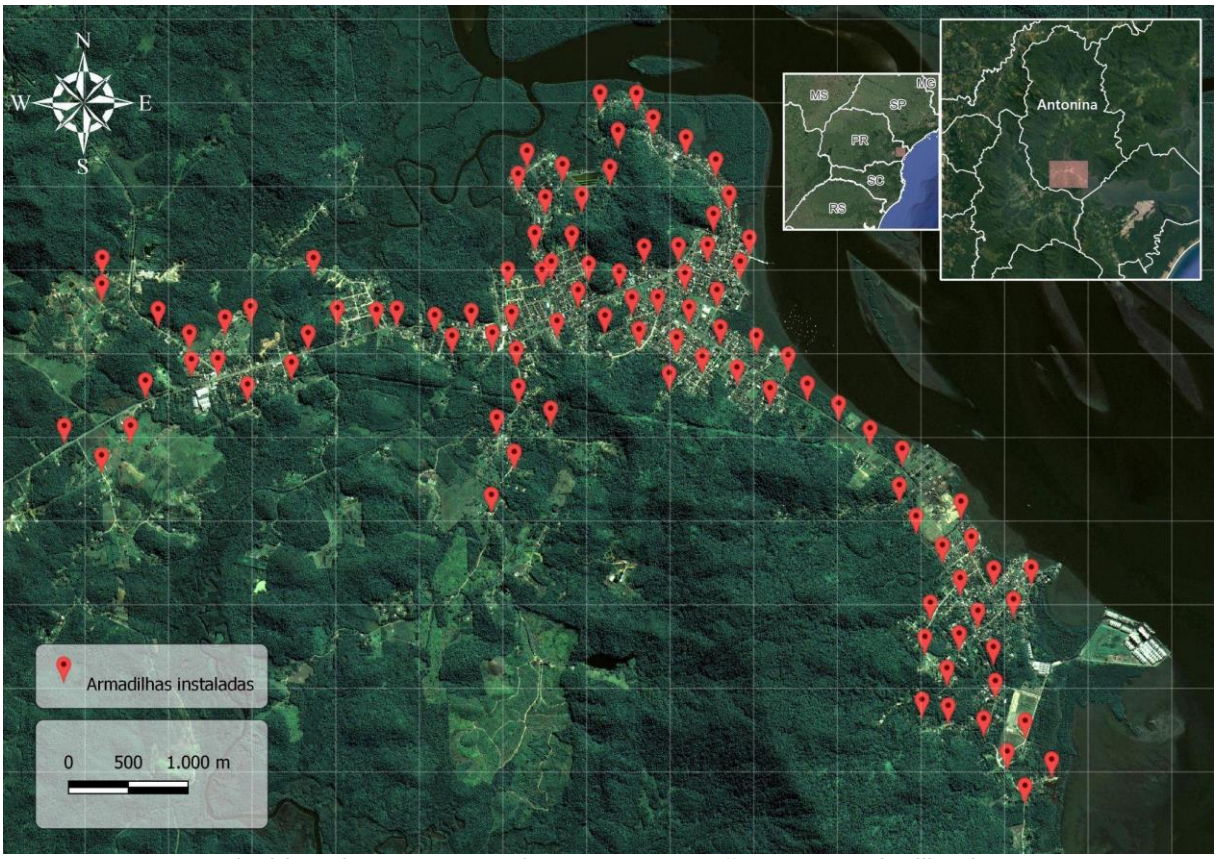
Na área urbana do município de Antonina, que perfaz uma área total de 13,83 km², foram instaladas armadilhas de oviposição. Elas consistem em recipientes de cor preta com capacidade de 900 mL, preenchidos com 250 mL de água de torneira, interiormente contendo uma palheta de madeira do tipo Eucatex (Duratree), com dimensões 14 x 3 cm, presa verticalmente na lateral do recipiente com um clipe (FIGURA 3). Nas armadilhas, não foi utilizado nenhum tipo de substância atrativa na água.

FIGURA 3 ─ IMAGEM DO MODELO DE OVITRAMPA UTILIZADO

FONTE: A autora (2022).

Foram instaladas um total de 100 armadilhas de oviposição, no peridomicílio ao nível do solo de imóveis, residenciais e instalações comerciais de caráter público e privado, mantendo uma distância de 200–300 m entre as mesmas, as quais permaneceram expostas durante quatro dias consecutivos em campo e posteriormente foram encaminhadas para o Laboratório de Morfologia e Fisiologia de Culicidae e Chironomidae – LAMFIC[2] do Departamento de Zoologia da Universidade Federal do Paraná. A instalação e a coleta das armadilhas de oviposição foi desenvolvida pela Secretaria Municipal de Saúde de Antonina, com apoio da Secretaria Estadual de Saúde do Paraná (Primeira Regional de Saúde). De julho de 2021 a julho de 2022, as instalações das ovitrampas ocorreram uma vez ao mês, excetuando-se os meses de dezembro de 2021, janeiro de 2022 e junho de 2022, devido a questões logísticas dos entes públicos.

FIGURA 4 – DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS OVITRAMPAS INSTALADAS NA ÁREA URBANA DE ANTONINA/PR



FONTE: mapa produzido pela autora no software QGIS versão 3.22.9. Foi utilizado o Datum SIRGAS 2000, EPSG 31982, Sistema de Coordenadas UTM. Utilizaram-se as imagens obtidas do satélite CBERS-4A na data 26/07/2021, com sistema imageador WPM (Câmera Multiespectral e Pancromática de Ampla Varredura), disponibilizadas no INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) e processadas no QGIS (2022).

O material foi analisado no LAMFIC[2] onde foram detectados e contabilizados os ovos presentes nas palhetas provenientes das ovitrampas e, em seguida, as palhetas contendo ovos foram colocadas para emergência dos adultos dentro de câmaras de germinação do tipo BOD com temperatura e umidade relativa controladas. De acordo com os parâmetros adequados para o desenvolvimento dos mosquitos, foram mantidas a temperatura de 24 ± 2° C, umidade relativa de 70 ± 5% e fotoperíodo 12:12.

As palhetas foram colocadas individualmente em copos de plástico 700 mL contendo 500 mL de água corrente com oxigenador. Foram adicionados, em cada copo, quatro miligramas de ração triturada para alevinos. Após um período de 72h, as palhetas foram retiradas dos copos, os quais tiveram 50% da água trocada, de forma com que as larvas que eclodiram ficassem dentro do copo. Posteriormente, o

desenvolvimento das larvas foi acompanhado, mantendo-se a água limpa e a ração proteica suficiente para o desenvolvimento das mesmas. Alguns espécimes foram retirados e eutanasiados em álcool ainda em sua forma imatura (larva ou pupa) e identificados conforme a espécie, com o auxílio de um microscópio óptico. Enquanto outros foram criados até a sua fase adulta, uma vez que a realização de análises moleculares em outros estudos requer os mosquitos em sua fase adulta. Após a emergência dos alados, os mesmos foram identificados e separados quanto à espécie e sexo.

4.3 Análise dos resultados

Os vetores do gênero *Aedes* apresentam uma ampla distribuição espacial e temporal, influenciada pelo ambiente e clima local, que, por sua vez, influenciam o comportamento de oviposição das fêmeas de *Aedes* spp., que buscam condições favoráveis à sobrevivência de sua progênie (HUBER *et al*., 2018[3] apud MOURA *et al*., 2020).

Para a estimativa do número de vetores utilizando a ovitrampa, sugerida por Gomes *et al*. (2002), calcula-se o índice de positividade de oviposição (IPO), que é obtido dividindo-se o número de armadilhas positivas e o número de armadilhas examinadas, e o índice de densidade de ovos (IDO), que é o número médio de ovos por armadilhas, obtido pela divisão do número de ovos encontrados pelo número de ovitrampas avaliadas (MOURA *et al*., 2020).

$$IPO = \frac{NAP}{NAE} \qquad IDO = \frac{NO}{NAE}$$

NAP: n° de armadilhas positivas
NAE: n° de armadilhas examinadas
NO: n° de ovos encontrados

Esses dois índices de oviposição podem ser utilizados para se realizar análises de correlação com fatores climáticos locais. Os dados climáticos utilizados foram temperatura (°C), pluviosidade (mm) e umidade relativa (%). Os dados climáticos

[3] HUBER, J. H. *et al*. Seasonal temperature variation influences climate suitability for dengue, chikungunya, and Zika transmission. **Plos Neglected Tropical Diseases**, v. 12, n. 5, 2018.

diários da estação meteorológica de Antonina/PR foram obtidos junto ao Sistema de Tecnologia e Monitoramento Ambiental do Paraná (SIMEPAR).

Levando em consideração a duração média do ciclo biológico do vetor do gênero *Aedes*, foram utilizadas as médias de temperatura e umidade relativa média, máxima e mínima dos 25 dias consecutivos anteriores à data da coleta da armadilha em campo. Quanto à pluviosidade, foi utilizado o acumulado de chuvas ao longo deste mesmo intervalo de tempo.

Utilizou-se o coeficiente de correlação de postos de Spearman para averiguar a relação dos fatores climáticos (temperatura, pluviosidade e umidade relativa) com a positividade de oviposição e densidade de ovos de *Aedes* spp. e também com a frequência absoluta de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*. Os coeficientes de correlação de Spearman foram calculados utilizando o software JAMOVI versão 2.3.18.

Os comportamentos das variáveis climáticas, dos índices de oviposição e da ocorrência das duas espécies de *Aedes* foram plotados em gráficos utilizando o Google Planilhas, com o objetivo de visualizar o comportamento destas variáveis ao longo dos meses.

Para a observação da distribuição espacial e periodicidade dos ovos de *Aedes* spp. e dos dois vetores, *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*, foram construídos mapas de calor utilizando o software QGIS versão 3.22.9, onde foram plotados os dados laboratoriais de ocorrência de ovos e das duas espécies nos diferentes pontos do município de Antonina, onde foram instaladas armadilhas de oviposição. O Datum utilizado foi o SIRGAS 2000, EPSG 31982 e o Sistema de Coordenadas UTM.

Para a construção dos mapas, foram utilizadas imagens obtidas do Departamento de Sistemas de Informações e Geoprocessamento do Águas Paraná e também do satélite CBERS-4A na data 26/07/2021, com sistema imageador WPM (Câmera Multiespectral e Pancromática de Ampla Varredura), obtidas no site do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) e processadas no QGIS.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os ovos estiveram presentes ao longo dos 10 meses de experimento, com variações na quantidade dependendo da época do ano. Das 1.000 ovitrampas avaliadas, 410 foram positivas (IPO= 0,41), contabilizando um total de 29.720 ovos (IDO= 29,72). De um total de 410 armadilhas positivas, 266 (64,9%) tiveram ovos eclodidos, dos quais emergiram um total de 10.638 espécimes (35,7% em relação ao nº total de ovos), que foram criados até fases diferentes do seu desenvolvimento.

Do total de 10.638 espécimes, 2.396 (22,5%) foram identificados ainda na sua forma imatura (larva ou pupa), enquanto os outros 8.242 (77,5%) foram identificados na sua fase alada. No entanto, essa diferença não impactou no objetivo de discriminar os culicídeos em relação a sua espécie, já que a identificação é possível tanto durante a fase imatura quanto na forma alada.

Dos 10.638 indivíduos emergidos, foram identificados 6.689 (62,9%) espécimes de *Aedes aegypti*, 3.422 (32,2%) espécimes de *Aedes albopictus* e, devido à perda de estruturas importantes para a identificação da espécie, um total de 527 (4,9%) espécimes não foram identificados. A espécie *Aedes aegypti* foi encontrada em todos os meses de coleta, enquanto a *Aedes albopictus* esteve ausente em um único mês de monitoramento: julho de 2021.

Em cada mês de monitoramento, houve um percentual diferente de eclosão de ovos das espécies em laboratório, como demonstrado na tabela abaixo (TABELA 1).

TABELA 1 – PERCENTUAIS MENSAIS DE ARMADILHAS POSITIVAS QUE TIVERAM ECLOSÃO DE OVOS EM LABORATÓRIO E PERCENTUAIS MENSAIS DE OVOS QUE ECLODIRAM EM LABORATÓRIO, DO MUNICÍPIO DE ANTONINA, PR, JUL/2021 A JUL/2022.

Mês	**Percentual de armadilhas positivas que tiveram eclosão de ovos em laboratório**	**Percentual de ovos que eclodiram em laboratório**
Julho 2021	60,0%	18,8%
Agosto 2021	75,0%	85,8%
Setembro 2021	71,4%	53,6%
Outubro 2021	78,1%	44,9%
Novembro 2021	48,9%	6,0%
Fevereiro 2022	43,1%	8,0%
Março 2022	37,0%	17,8%
Abril 2022	93,8%	56,3%
Maio 2022	84,7%	65,6%
Julho 2022	70,4%	56,5%

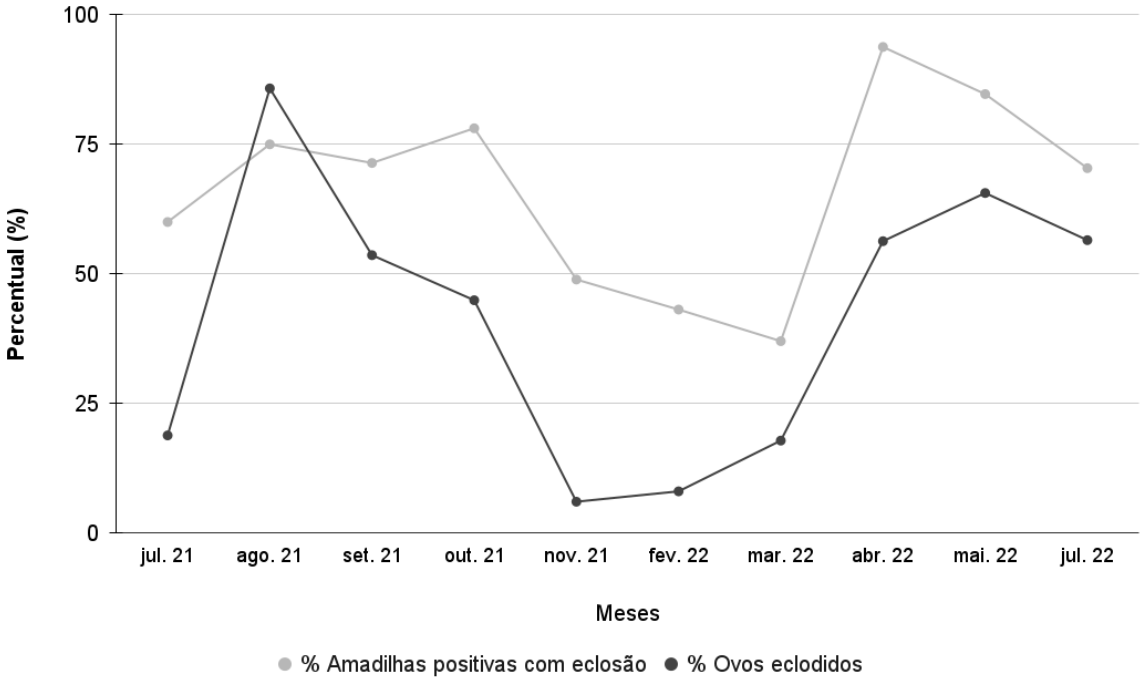
FONTE: Dados da pesquisa (2022).
NOTA: Para o cálculo da porcentagem, contabilizaram-se os espécimes não identificados também.

Ao longo destes 10 meses de monitoramento, a porcentagem de espécimes emergidos em laboratório em relação ao número total de ovos capturados nas ovitrampas variou bastante, desde seus menores valores, 6% e o 8%, nos meses de novembro de 2021 e fevereiro de 2022, respectivamente, até valores mais altos, como 85,8% no mês de agosto de 2021.

O percentual de armadilhas positivas (com presença de ovos) que apresentaram eclosão de ovos em laboratório também oscilou nos diferentes meses de monitoramento. O percentual obtido refere-se à quantidade de armadilhas positivas que apresentaram eclosão de pelo menos um ovo em laboratório, entre o total de armadilhas positivas.

A FIGURA 5 demonstra, em gráfico, o percentual de armadilhas positivas que tiveram eclosão de ovos em laboratório e o percentual de ovos que eclodiram em laboratório, por mês.

FIGURA 5 ─ PERCENTUAIS MENSAIS DE ARMADILHAS POSITIVAS QUE TIVERAM ECLOSÃO DE OVOS EM LABORATÓRIO E PERCENTUAIS MENSAIS DE OVOS QUE ECLODIRAM EM LABORATÓRIO, DO MUNICÍPIO DE ANTONINA, PR, JUL/2021 A JUL/2022.



Fonte: Dados da pesquisa (2022).

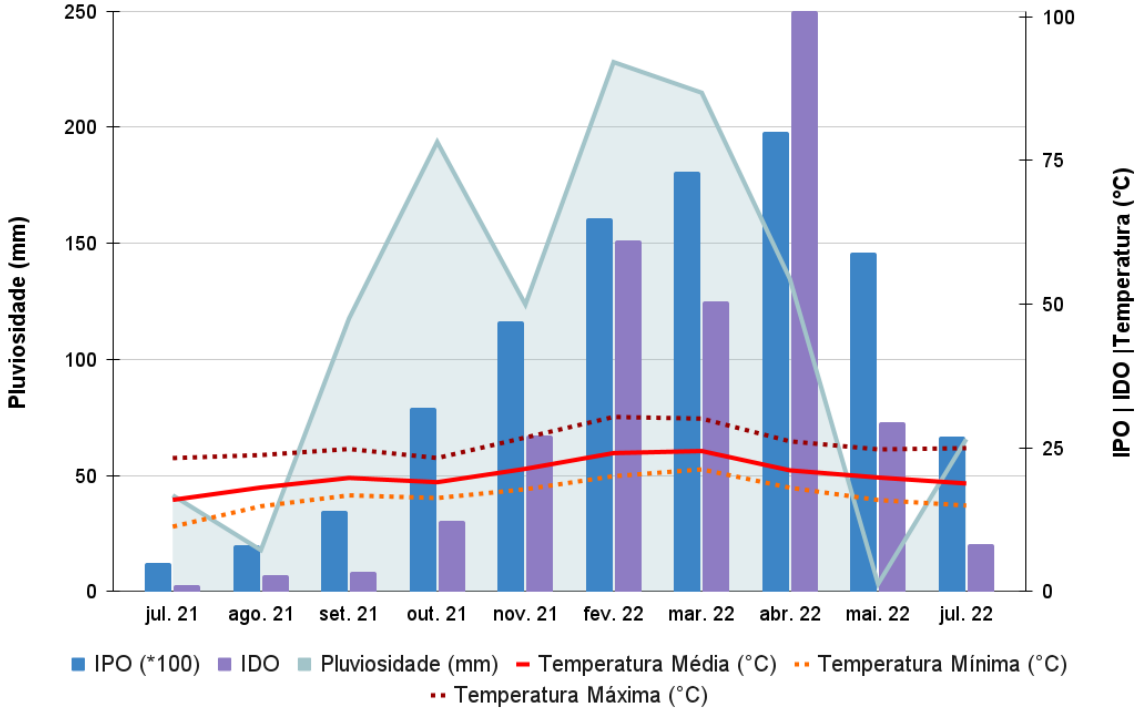
Observando a FIGURA 5, percebe-se que os menores percentuais de eclosão em laboratório concentram-se nos meses de novembro, fevereiro e março, meses cuja temperatura está mais elevada, fator este que fornece condições ideais ao desenvolvimento do embrião do mosquito. Os embriões necessitam de dois a três dias em temperatura adequada (26 a 46°C) e alta umidade próxima à linha d'água para atingirem o seu desenvolvimento, após o qual pode ocorrer a eclosão (FORATTINI, 1962; SÃO PAULO, Secretaria de Estado da Saúde, 1997; FORATTINI, 2002). As altas temperaturas alcançadas nesses meses podem aumentar a probabilidade de os ovos terem eclodido na ovitrampa ainda em campo, se em condições adequadas de umidade, tendo ficado retida na palheta apenas a casca do ovo, o que justificaria os menores percentuais de eclosão de ovos em laboratório nestes meses com maior temperatura.

Outro fator que pode ter influenciado o percentual encontrado de eclosão em laboratório é a possibilidade de dessecação do ovo e consequentemente morte do embrião. Após a postura do ovo, se o mesmo for exposto a condições que permitam sua dessecação, antes da formação da matriz extracelular denominada cutícula

serosa, relacionada a resistência dos ovos a dessecação, pode ocorrer a morte do embrião (FERREIRA, 2014).

O histograma abaixo (FIGURA 6) mostra os índices de oviposição (IPO e IDO) das espécies de *Aedes* em cada mês de monitoramento, bem como o comportamento de duas das variáveis climáticas investigadas: temperatura e precipitação.

FIGURA 6 – DISTRIBUIÇÃO MENSAL DO IPO (ÍNDICE DE POSITIVIDADE DE OVIPOSIÇÃO), IDO (ÍNDICE DE DENSIDADE DE OVOS), PRECIPITAÇÃO ACUMULADA E TEMPERATURA MÉDIA EM ANTONINA, PR, JUL/2021 A JUL/2022.



FONTE: Dados da pesquisa (2022).
NOTA: Os valores do IPO foram multiplicados por 100 para fins de representação no gráfico.

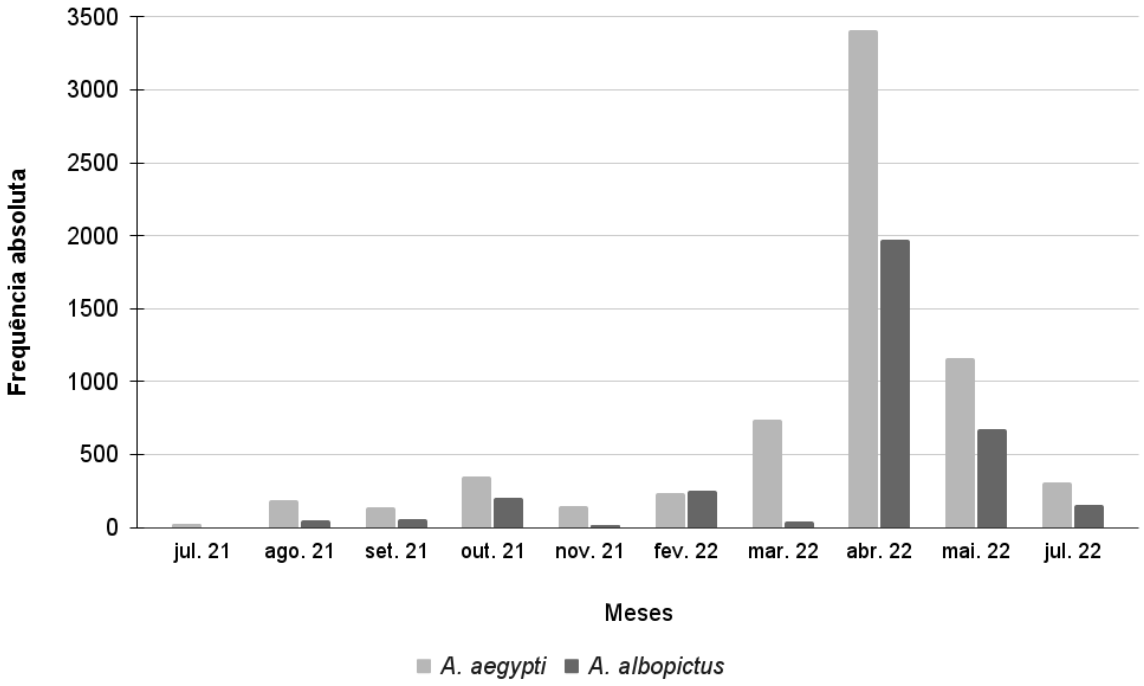
Nos meses com alto IPO também foram registrados valores elevados de IDO, os dois índices apresentam correlação significativa entre si (ρ= 0,988***; p < 0,001). O índice de positividade (IPO) ao longo dos meses monitorados apresenta uma distribuição semelhante à curva normal, com valores mais baixos no mês de julho de 2021 (0,05), aumentando gradualmente até atingir o maior pico, registrado no mês de abril de 2022 (0,8). O índice de densidade de ovos (IDO) apresenta um comportamento semelhante, com o menor valor registrado no mês de julho de 2021 (1,17), aumentando gradualmente até o pico de maior densidade de ovos, registrado no mês de abril de 2022 (101,02), com um pequeno deslocamento no mês de março

de 2022, que apresenta um valor menor (50,57) em relação ao mês anterior, fevereiro de 2022 (61,11).

Quando comparados os fatores climáticos com a atividade de oviposição, nota-se uma tendência de aumento dos índices de oviposição em paralelo com o aumento da temperatura. A distribuição de chuvas também aparenta influenciar o aumento dos índices de oviposição.

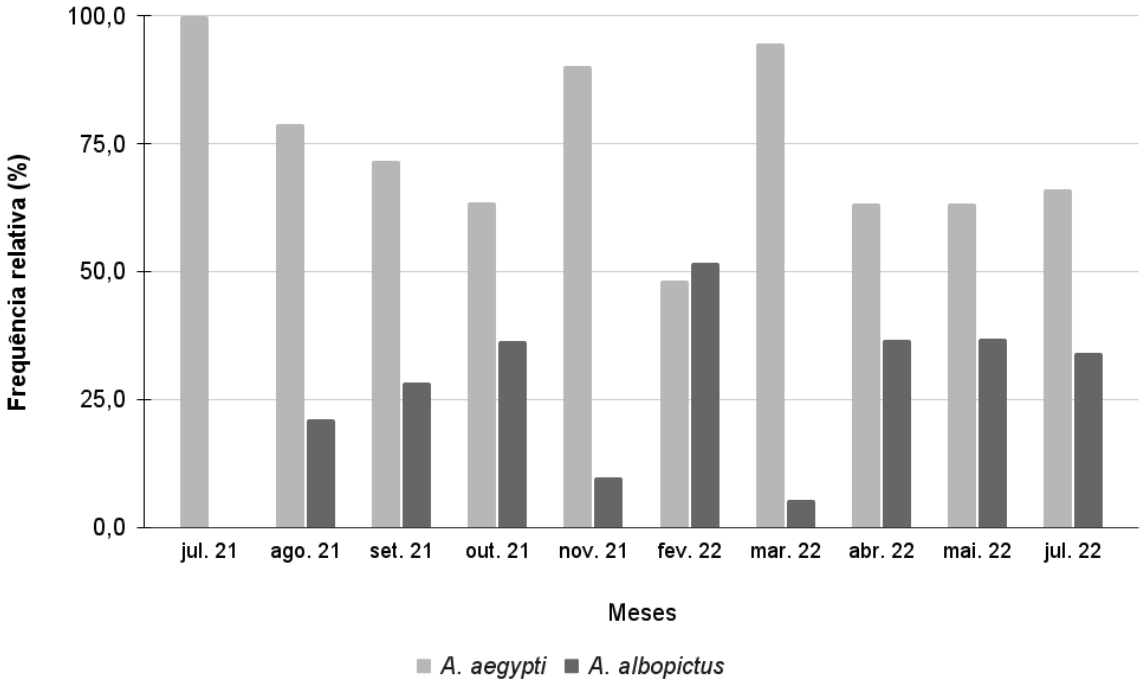
Dos espécimes emergidos e identificados em laboratório, são representadas as frequências absolutas e relativas das duas espécies de *Aedes* por mês, nos histogramas em sequência (FIGURA 7 e 8).

FIGURA 7 ─ FREQUÊNCIA ABSOLUTA MENSAL DE *Aedes aegypti* E *Aedes albopictus* EM ANTONINA, PR, JUL/2021 A JUL/2022.



FONTE: Dados da pesquisa (2022).

FIGURA 8 ─ FREQUÊNCIA RELATIVA MENSAL DE *Aedes aegypti* E *Aedes albopictus* EM ANTONINA, PR, JUL/2021 A JUL/2022.



FONTE: Dados da pesquisa (2022).

De acordo com o resultado encontrado, observa-se relativa predominância da espécie *A. aegypti* em relação a *A. albopictus*, o que se repete mensalmente, com exceção de fevereiro de 2022, onde encontra-se uma proporção de 48,3% de *A. aegypti* e 51,7%. de *A. albopictus*. Este valor pode indicar uma predominância de *A. albopictus* neste mês, porém, é importante considerar que o mês de fevereiro teve um baixo percentual de eclosão de ovos em laboratório (8%), o que pode influenciar essa proporção encontrada.

Os índices de oviposição, IPO e IDO, foram correlacionados com as variáveis climáticas: temperatura, precipitação e umidade relativa. O coeficiente de correlação de Spearman (ρ) e o respectivo valor de *p* encontram-se na tabela em sequência (TABELA 2).

TABELA 2 – COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO DE SPEARMAN ENTRE AS VARIÁVEIS CLIMÁTICAS ANALISADAS E OS ÍNDICES DE OVIPOSIÇÃO DE *Aedes* spp. (IPO E IDO), NO MUNICÍPIO DE ANTONINA, PR, JUL/2021 A JUL/2022.

Variáveis correlacionadas		**Coeficiente de correlação de postos de Spearman (ρ)**	**Valor de *p***
Temperatura Média Mínima	IPO	0.842 **	0.004
	IDO	0.830 **	0.006
Temperatura Média Média	IPO	0.867 **	0.003
	IDO	0.855 **	0.004
Temperatura Média Máxima	IPO	0.733 *	0.021
	IDO	0.745 *	0.018
Pluviosidade acumulada	IPO	0.600	0.073
	IDO	0.612	0.066
UR Média Mínima	IPO	-0.042	0.919
	IDO	-0.091	0.811
UR Média Média	IPO	-0.030	0.946
	IDO	-0.055	0.892
UR Média Máxima	IPO	-0.546	0.102
	IDO	-0.498	0.143

FONTE: Dados da pesquisa (2022). Processamento dos dados para análise de correlação de Spearman realizado no software Jamovi versão 2.3.18.
LEGENDA: IPO: índice de positividade de oviposição; IDO: índice de densidade de ovos.
NOTA: As correlações significativas estão sinalizadas com "*", conforme o valor de *p*: * $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$.

O presente estudo demonstrou o efeito das temperaturas nas atividades de oviposição, pois foi encontrada uma associação positiva ($p < 0,05$) entre as médias de temperatura mínima, média e máxima e os índices de positividade (IPO) e de densidade de ovos (IDO). As correlações positivas mais fortes foram entre as temperaturas médias mínima e média e os índices de positividade (IPO) e de densidade de ovos (IDO), com valor de $p < 0,01$.

A associação entre a atividade de oviposição das duas espécies de *Aedes* e a temperatura foi clara, corroborada pelas reduções de IPO e IDO que se registaram no período de junho a outubro de 2021, quando a temperatura desceu e a média de temperatura máxima não ultrapassou os 23,2°C. A associação estatisticamente significativa encontrada entre a temperatura e a positividade das armadilhas e a contagem média de ovos também foi relatada em outros estudos em diferentes

localidades (DIBO *et al.* 2008; SERPA *et al.* 2013; ZEQUI *et al.*, 2018; CUSTÓDIO *et al.*, 2019). No município de Apucarana, na região norte do estado do Paraná, um estudo sobre a influência de fatores abióticos na oviposição de *A. aegypti* concluiu-se que estações com temperaturas mais elevadas, como o verão, apresentam maior incidência de dengue devido à atuação da temperatura na oviposição (NASCIMENTO *et al.*, 2022). Esses resultados sugerem que a dinâmica de oviposição varia sazonalmente, sendo influenciada por mudanças na temperatura média. A temperatura influencia a alimentação sanguínea das fêmeas e acelera o desenvolvimento do mosquito, reduzindo a fase extrínseca de incubação do vírus e aumentando a longevidade do mosquito (BRASIL. Ministério da Saúde, 2009).

Além dos índices de oviposição com temperatura, nenhuma outra correlação foi significativa. A falta de associação entre a pluviosidade acumulada e a positividade de armadilhas e densidade de ovos pode estar relacionada às características climáticas locais, ou seja, um clima temperado chuvoso e moderadamente quente que, embora tenha menor pluviosidade no inverno e alta pluviosidade no verão, possui chuvas bem distribuídas ao longo do ano, ou seja, há ausência de uma estação seca definida (VANHONI e MENDONÇA, 2008). Um estudo realizado no município litorâneo de São Sebastião, em São Paulo, encontrou resultados semelhantes. No referido estudo, não foi encontrada correlação significativa entre a contagem de ovos e a pluviosidade. Os autores sugerem que a falta de associação com precipitação pluviométrica pode estar relacionada às características do clima local, que apresenta chuvas frequentes sem estação seca definida (SERPA *et al.*, 2013). A chuva contribui para a formação de habitats de reprodução, mas depende da disponibilidade local de recipientes para a oviposição e desenvolvimento do mosquito (MOURA *et al.*, 2020).

A umidade relativa do ar também não apresentou correlação com a atividade de oviposição de *Aedes* spp. Apesar da não significância da relação entre pluviosidade e umidade relativa neste estudo, o que pode ser decorrente das características climáticas locais, outros estudos encontraram relações significativas entre a oviposição e os fatores climáticos temperatura, umidade e chuva ($p < 0,05$), como o estudo realizado por CUSTÓDIO *et al.* (2019) na área urbana de Campo Grande/MS. Mesmo os estudos que não conseguiram verificar essa relação destacam que a umidade e a temperatura permitem condições ideais para a reprodução do vetor

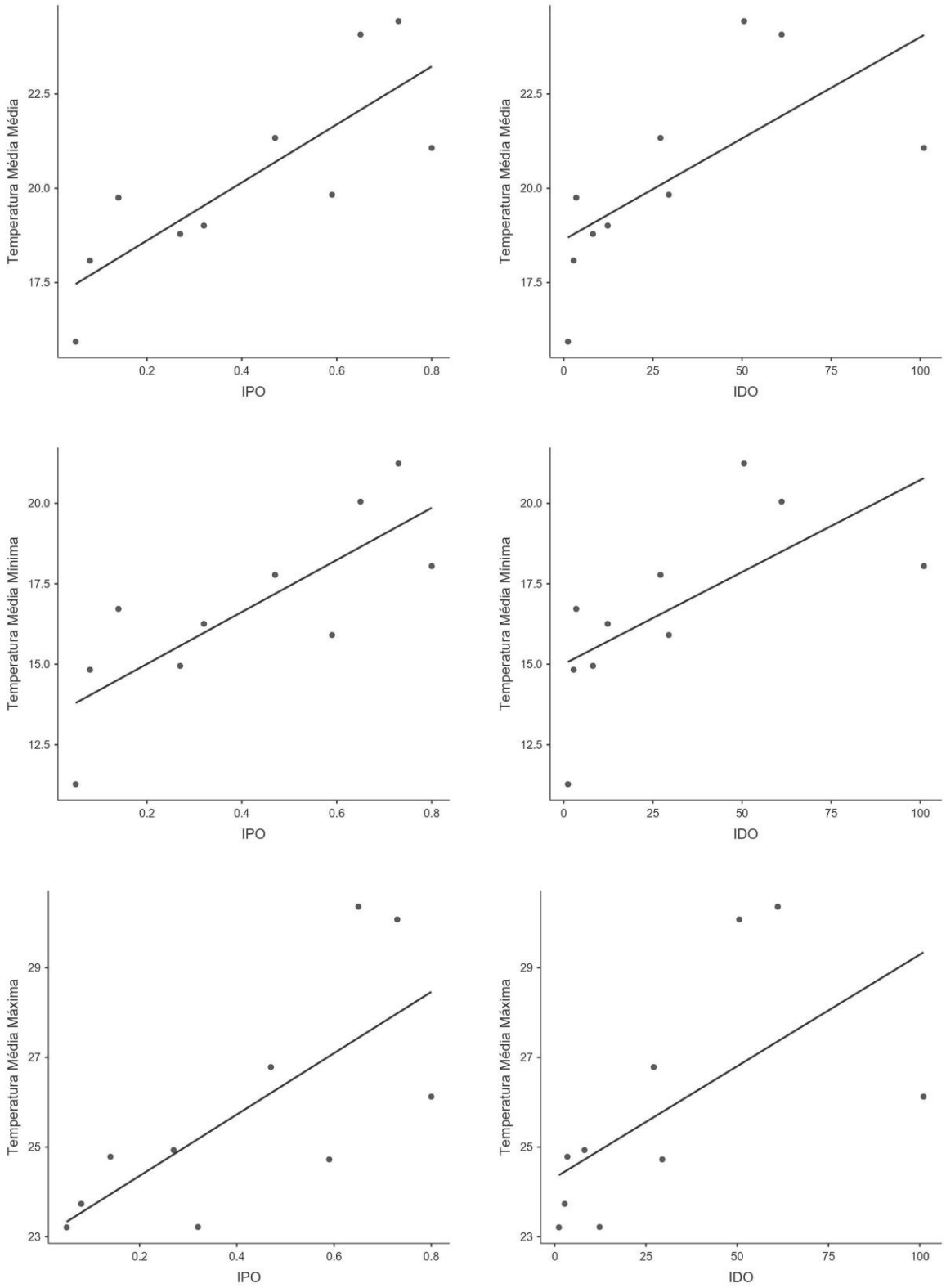
(MOURA *et al.*, 2020), assim como tem influência nas condições de sobrevivência do mosquito (DIBO *et al.*, 2008).

Em uma revisão sistemática da literatura científica brasileira, sobre a ocorrência da dengue e a sua relação com variáveis meteorológicas, realizada em 2013, muitos estudos demonstraram valores mais elevados de infestação de ovos, larvas e vetores no período chuvoso (VIANA *et al.*, 2013). Esta mesma revisão indica que a variação sazonal na temperatura e na precipitação influencia a dinâmica vetorial e a incidência de dengue em todo o país, independentemente da categoria climática. No entanto, o estudo ressalta que o ciclo de chuvas no país apresenta características peculiares de acordo com os diferentes compartimentos climáticos nas distintas regiões geográficas, não havendo uma distribuição da precipitação pluviométrica de forma homogênea em todo o território nacional, ainda que a sazonalidade seja em estações semelhantes (VIANA *et al.*, 2013).

A forma de distribuição destas variáveis climáticas ao longo do ano pode refletir diretamente nos resultados das análises de correlação entre estas variáveis e os índices entomológicos. Todavia, a ausência de correlação, demonstrando a ausência de relação entre variáveis analisadas, não significa que estes fatores climáticos não influenciam a fisiologia e o comportamento do mosquito em campo.

Os diagramas de dispersão a seguir (FIGURA 9) demonstram o comportamento dos índices de oviposição e de densidade de ovos (IPO e IDO) em relação às temperaturas médias mínima, média e máxima, cujas correlações encontradas foram significativas.

FIGURA 9 – DIAGRAMAS DE DISPERSÃO ENTRE AS VARIÁVEIS TEMPERATURA E ÍNDICES DE OVIPOSIÇÃO (IPO E IDO), DO MUNICÍPIO DE ANTONINA, PR, JUL/2021 A JUL/2022.



FONTE: Dados da pesquisa (2022) processados com o software Jamovi versão 2.3.18.
NOTA: As correlações entre temperatura e os índices de oviposição e densidade de ovos (IPO e IDO) foram positivas e apresentaram significância (com $p < 0,05$).

A quantidade absoluta de cada espécie (*A. aegypti* e *A. albopictus*) também foi correlacionada com as variáveis climáticas: temperatura, precipitação e umidade relativa. Os coeficientes de correlação de Spearman (ρ) e o respectivo valor de *p* encontram-se na tabela em sequência (TABELA 3).

TABELA 3 – COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO DE SPEARMAN ENTRE AS VARIÁVEIS CLIMÁTICAS ANALISADAS E A QUANTIDADE ABSOLUTA DE *Aedes aegypti* E *Aedes albopictus*, NO MUNICÍPIO DE ANTONINA, PR, JUL/2021 A JUL/2022.

Variáveis correlacionadas		**Coeficiente de correlação de postos de Spearman (ρ)**	**Valor de *p***
Temperatura Média Mínima	*Aedes aegypti*	0.406	0.247
	Aedes albopictus	0.261	0.470
Temperatura Média Média	*Aedes aegypti*	0.430	0.218
	Aedes albopictus	0.236	0.514
Temperatura Média Máxima	*Aedes aegypti*	0.273	0.448
	Aedes albopictus	0.176	0.632
Pluviosidade acumulada	*Aedes aegypti*	0.212	0.560
	Aedes albopictus	0.139	0.707
UR Média Mínima	*Aedes aegypti*	0.115	0.759
	Aedes albopictus	0.079	0.838
UR Média Média	*Aedes aegypti*	0.018	0.973
	Aedes albopictus	0.018	0.973
UR Média Máxima	*Aedes aegypti*	-0.799 **	0.006
	Aedes albopictus	-0.560	0.092

FONTE: Dados da pesquisa (2022). Processamento dos dados para análise de correlação de Spearman realizado no software Jamovi versão 2.3.18.
NOTA: As correlações significativas estão sinalizadas com "*", conforme o valor de *p*: * $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$.

Uma única correlação significativa foi encontrada entre a quantidade de *A. aegypti* e a umidade relativa média máxima. A correlação, que foi negativa, demonstra uma possível associação entre o aumento de *A. aegypti* e o decréscimo da umidade relativa média máxima que, ao longo de 6 dos 10 meses monitorados, esteve em seu valor máximo (100%). A variação desta variável foi relativamente baixa, com desvio padrão de 1,514 e menor percentual obtido no mês de maio de 2022 (95,2%).

De acordo com a literatura, o *A. aegypti* tem uma faixa viável de umidade relativa que vai de 40 a 80%, dentro da qual as variações de umidade, embora grandes, não afetam sensivelmente os mosquitos. No entanto, umidades muito altas, acima de 80%, podem ser tão perniciosas como os baixos teores (FORATTINI, 1986; SÃO PAULO, Secretaria de Estado da Saúde, 1997; FORATTINI, 2002).

A análise de correlação dos espécimes criados em laboratório com as variáveis climáticas apresentou uma limitação: a expressividade dos valores amostrais. Como houve um baixo percentual de eclosão em laboratório em alguns meses, o número total de espécimes não tem uma boa expressividade tal qual o número de ovos, pois há possibilidade de viés amostral ocasionado por diversos fatores que impactam nestes valores obtidos, como já relatado anteriormente.

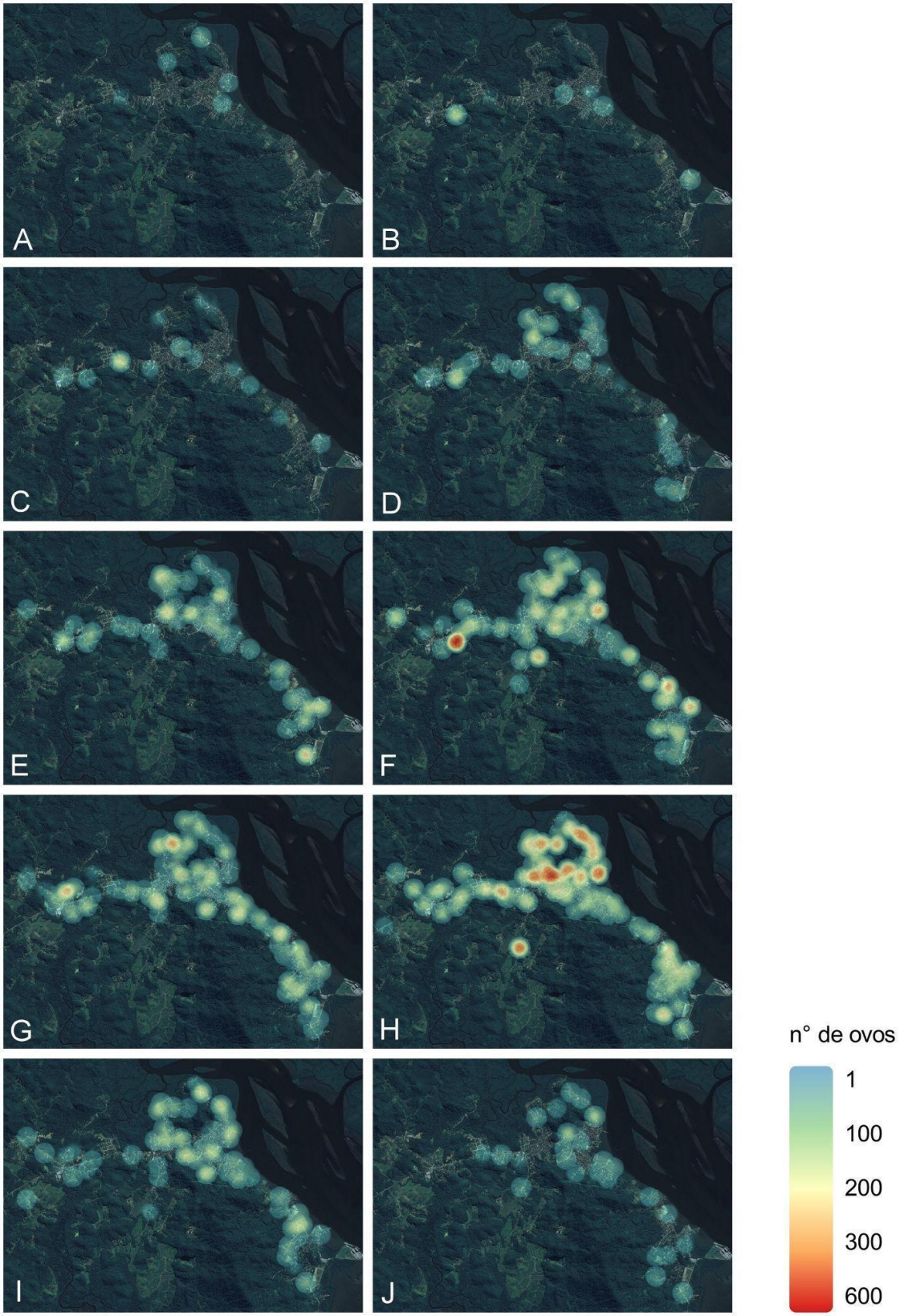
A FIGURA 10 mostra a oviposição de *Aedes* spp. por mês, de Julho de 2021 até Julho de 2022, com exceção dos meses em que não houve monitoramento. A quantidade de ovos coletados por ovitrampa está representada em escala de cores e variou entre 1 e 586 ovos por armadilha.

A leitura óptica dos mapas demonstra que há uma maior intensidade de oviposição no mês de abril de 2022, onde foram coletados um total de 10.102 ovos, distribuídos nas 80 das 100 armadilhas que positivaram. Mostra também a periodicidade da atividade dos culicídeos, dado que houve um aumento gradual da atividade de oviposição conforme a aproximação da primavera, aumentando no verão e outono, seguido de uma diminuição com a aproximação do inverno.

É possível observar, também, que a atividade de oviposição se distribuiu ao longo de toda a área urbanizada do município de Antonina/PR, apesar de ter maior concentração de ovos na área que apresenta um maior aglomerado de edificações, evidenciado principalmente no mês de abril de 2022.

Além disso, apesar da baixa atividade de oviposição nos meses mais frios, ela esteve presente em todos os meses, indicando que, embora em menor número, os adultos também se fazem presentes em campo nestes meses. Tal fato reforça a importância de manter ações de vigilância e controle do inseto na cidade ao longo de todo o ano.

FIGURA 10 – DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E PERIODICIDADE DE OVOS DE *Aedes* spp. DURANTE O PERÍODO ESTUDADO, NO MUNICÍPIO DE ANTONINA, PR, JUL/2021 A JUL/2022.



FONTE: Dados da pesquisa (2022) processados com o software QGIS versão 3.22.9.
LEGENDA: A. Julho de 2021; B. Agosto de 2021; C. Setembro de 2021; D. Outubro de 2021; E. Novembro de 2021; F. Fevereiro de 2022; G. Março de 2022; H. Abril de 2022; I. Maio de 2022; J. Julho de 2022.

O mesmo padrão de mapa foi elaborado para avaliar a distribuição espacial e periodicidade das duas espécies que emergiram destes ovos: *A. aegypti* e *A. albopictus*.

Pela análise óptica dos mapas de calor (FIGURAS 11, 12 e 13) observa-se uma maior concentração de ambas as espécies de culicídeos em zonas de com maior concentração de imóveis. Em áreas com menor concentração de imóveis, observa-se um decréscimo desses índices. Essas observações parecem indicar que existe alguma correlação da distribuição de *A. aegypti* e *A. albopictus* com a urbanização.

Em Antonina, as características urbanas aparentemente favorecem o *A. aegypti*. A superioridade de *A. aegypti* em habitats urbanos em geral é atribuída à sua alta antropofilia e domesticidade (SERPA *et al.* 2013). Apesar da maior frequência de *A. aegypti* em relação a *A. albopictus*, o padrão de distribuição espacial das duas espécies diferiu pouco entre si, ambos os vetores estiveram presentes em todas as localizações da área urbana de Antonina ao longo do ano, apesar da maior densidade dessas espécies dar-se na área com maior concentração de imóveis.

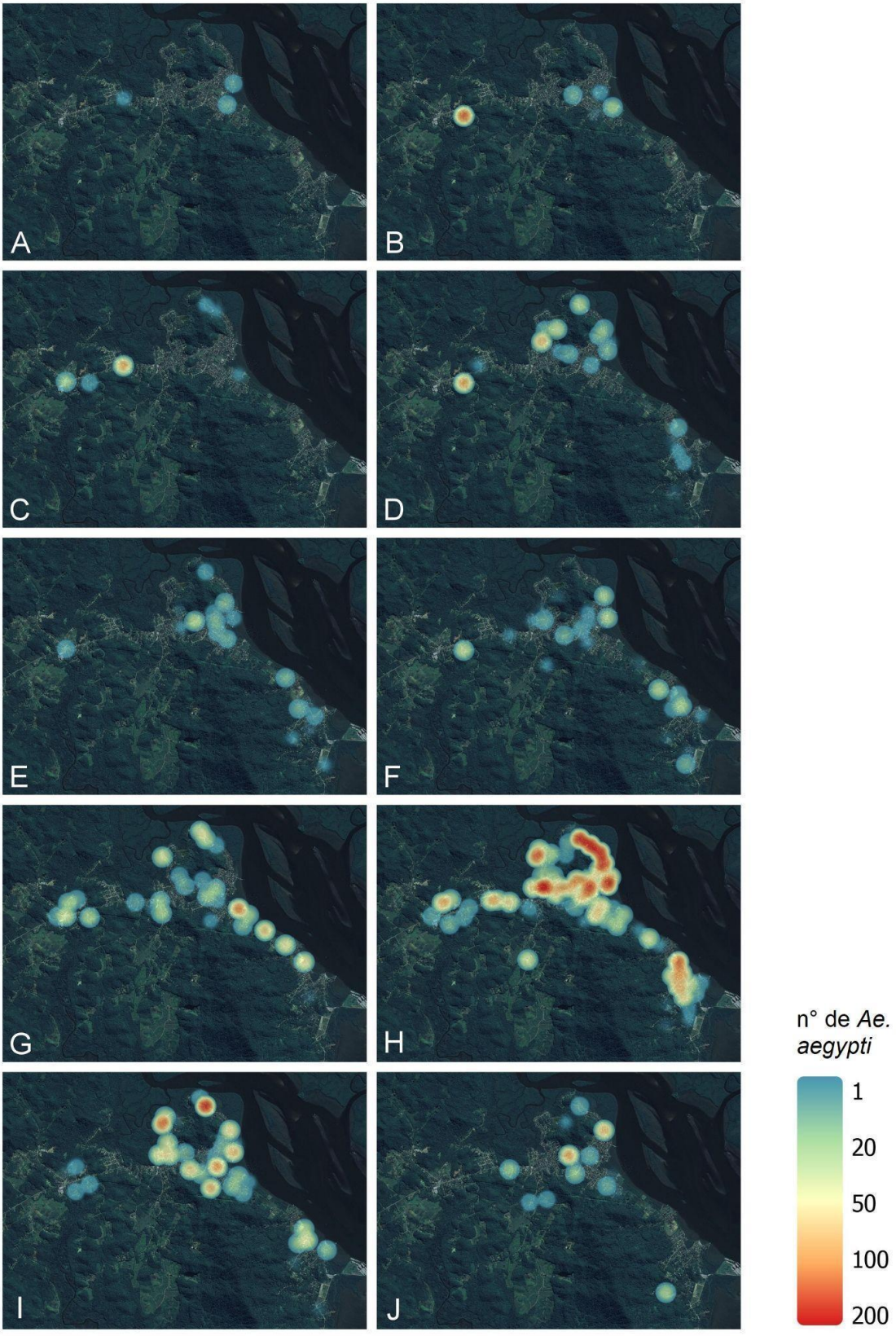
Na FIGURA 13 é possível observar que a espécie *A. albopictus* esteve presente em pontos mais afastados das zonas de maior urbanização, pontos estes onde *A. aegypti* não foi detectado. No Brasil, esta espécie é frequentemente encontrada em áreas com cobertura vegetal de alta a média densidade, como ambientes periurbanos e silvestres. A presença de *A. albopictus* em ambientes habitats naturais e artificiais indica uma adaptação desse vetor a ambientes urbanizados, sua presença em ambientes silvestres e antropizados indica esta espécie como um possível vetor de ponte de hospedeiros silvestres para humanos para vários arbovírus zoonóticos que circulam em florestas e áreas vegetadas brasileiras (FERREIRA-DE-LIMA *et al.*, 2020).

Assim, a presença de *A. albopictus* junto a população envolve riscos, considerando que o envolvimento de *A. albopictus* na transmissão do vírus da dengue pode ser localmente dependente (BRADY *et al.*, 2014[4] apud FERREIRA-DE-LIMA *et al.*, 2020) e que as populações desta espécie no Brasil vêm apresentando

[4] BRADY, O.J. *et al*. Global temperature constraints on *Aedes aegypti* and *Ae. albopictus* persistence and competence for dengue virus transmission. **Parasites Vectors**, v. 7, n. 338, 2014.

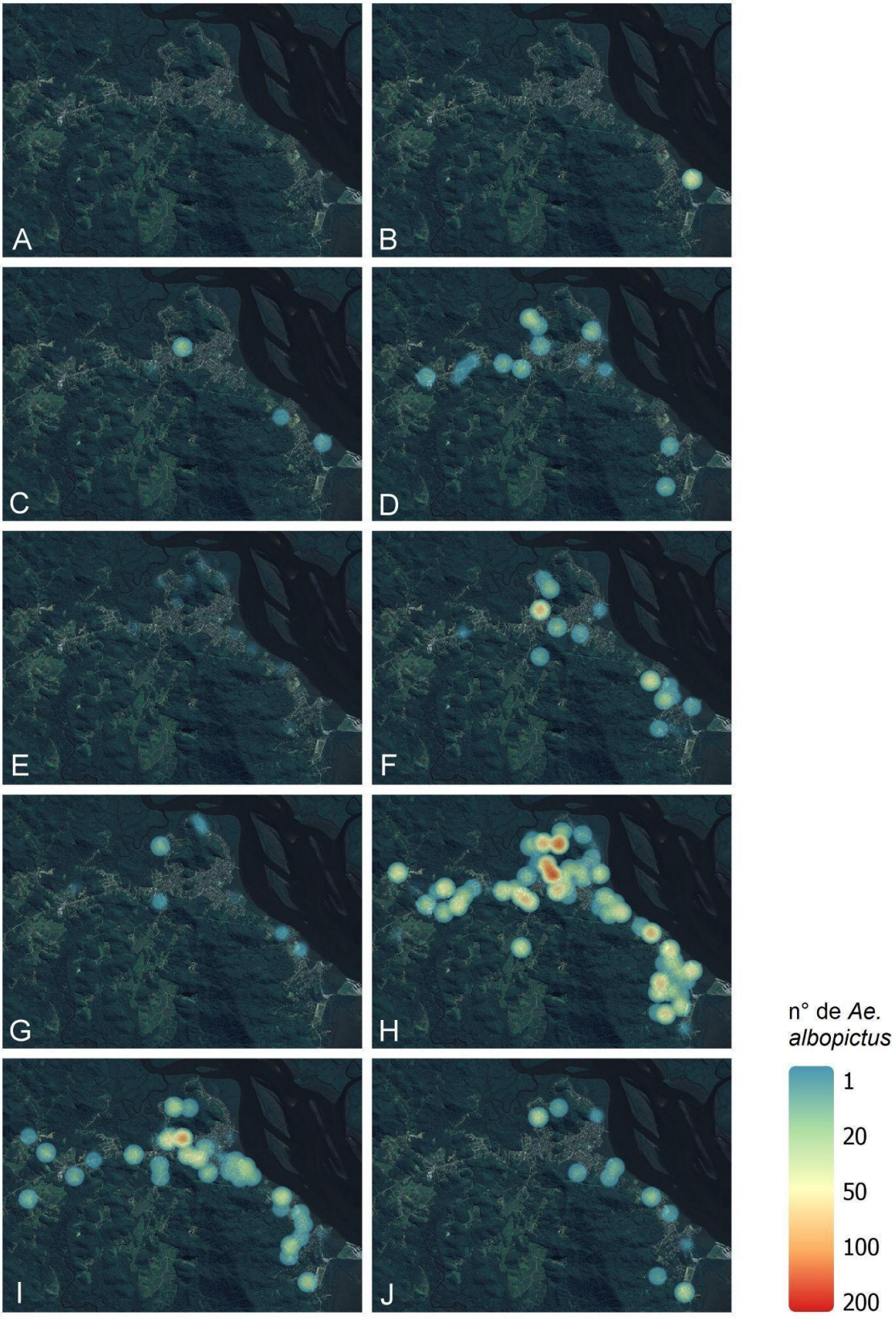
características essenciais para o aumento de sua capacidade vetorial (FERREIRA-DE-LIMA *et al.*, 2020).

FIGURA 11 – DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E PERIODICIDADE DE *Aedes aegypti* DURANTE O PERÍODO ESTUDADO, NO MUNICÍPIO DE ANTONINA, PR, JUL/2021 A JUL/2022.



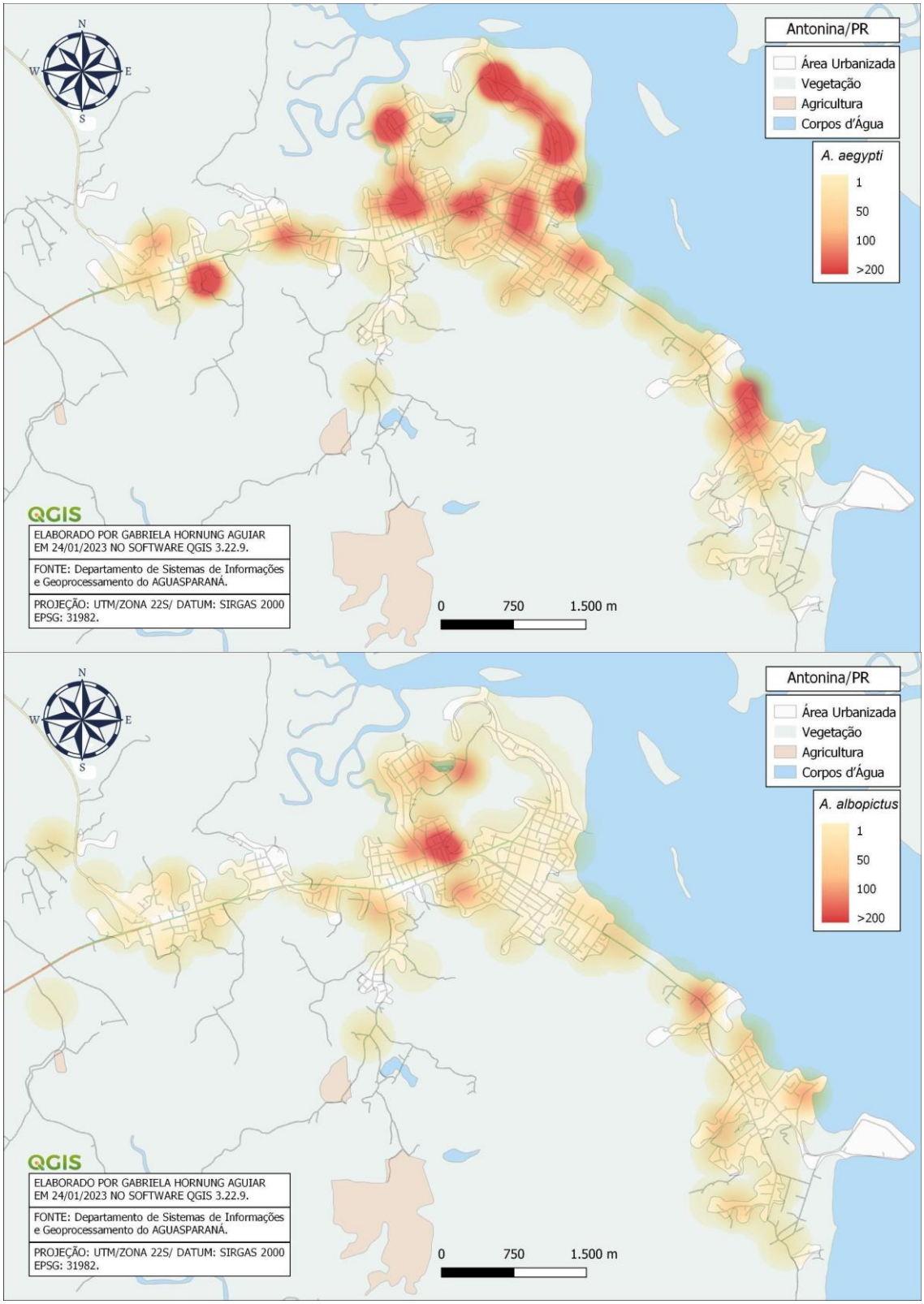
FONTE: Dados da pesquisa (2022) processados com o software QGIS versão 3.22.9.
LEGENDA: A. Julho de 2021; B. Agosto de 2021; C. Setembro de 2021; D. Outubro de 2021; E. Novembro de 2021; F. Fevereiro de 2022; G. Março de 2022; H. Abril de 2022; I. Maio de 2022; J. Julho de 2022.

FIGURA 12 – DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E PERIODICIDADE DE *Aedes albopictus* DURANTE O PERÍODO ESTUDADO, NO MUNICÍPIO DE ANTONINA, PR, JUL/2021 A JUL/2022.



FONTE: Dados da pesquisa (2022) processados com o software QGIS versão 3.22.9.
LEGENDA: A. Julho de 2021; B. Agosto de 2021; C. Setembro de 2021; D. Outubro de 2021; E. Novembro de 2021; F. Fevereiro de 2022; G. Março de 2022; H. Abril de 2022; I. Maio de 2022; J. Julho de 2022.

FIGURA 13 – COMPARAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE *Aedes aegypti E Aedes albopictus* DURANTE TODO O PERÍODO ESTUDADO, NO MUNICÍPIO DE ANTONINA, PR, JUL/2021 A JUL/2022.



FONTE: Dados da pesquisa (2022) processados com o software QGIS versão 3.22.9.
NOTA: Para este mapa, foi utilizada a soma de cada espécie por armadilha de oviposição, de todos os meses de monitoramento.

6 LIMITAÇÕES DO ESTUDO

O tamanho amostral do estudo limitou-se a 10 meses de monitoramento, entre julho de 2021 e julho de 2022, com ausência de monitoramento e consequentemente de dados em três meses dentro do período de estudo, devido a questões logísticas dos entes públicos.

A criação de maior parte dos espécimes até a fase adulta foi necessária para a realização de testes moleculares em outros estudos, no entanto, essa necessidade implicou em um risco de escape acidental dos alados, visto que a manipulação dos espécimes durante esta fase do ciclo de vida está sujeita a evasões acidentais, podendo refletir em uma pequena diferença no total final de espécimes identificados e contabilizados.

Como houve um baixo percentual de eclosão de ovos em laboratório em alguns meses, o número total de cada espécie de *Aedes* obtido não teve uma boa expressividade tal qual o número de ovos, pois há possibilidade de viés amostral ocasionado por diversos fatores que impactam nesses valores obtidos, limitando a análise de correlação entre cada espécie de *Aedes* e as variáveis climáticas.

7 CONCLUSÃO

Durante todos os meses de monitoramento, foi detectada atividade de oviposição de *Aedes* spp., observando-se variações mensais na positividade de armadilhas e densidade de ovos.

A variável climática temperatura demonstrou correlação positiva e significativa com a oviposição de *Aedes* spp. Os mapas de calor permitiram observar a periodicidade de ambas as espécies, *A. aegypti* e *A. albopictus*, encontradas em maior densidade nos meses com temperaturas mais elevadas, predominantemente sobre as regiões com maior concentração de imóveis na cidade.

Em Antonina, as características urbanas aparentemente favorecem o *A. aegypti*. Contudo, a presença de *A. albopictus* junto a população envolve riscos. A detecção de oviposição em todos os meses reitera a importância do monitoramento vetorial ao longo de todo o ano no local de estudo, bem como da realização de mais estudos averiguando a dinâmica destes vetores.

Visto que a temperatura exerce forte influência no ciclo de vida das espécies de *Aedes* spp., as consequências das mudanças climáticas no planeta podem levar à dispersão destas espécies para áreas que venham a fornecer condições ambientais propícias à sua proliferação. Portanto, são necessários mais estudos, principalmente em maiores escalas, para averiguar a capacidade de dispersão destas espécies frente ao novo contexto climático.

Sendo estas espécies responsáveis pela propagação e transmissão de arboviroses a espécie humana, torna-se imprescindível o conhecimento de sua biologia e o desenvolvimento de novas estratégias para o controle do vetor.

REFERÊNCIAS

ANTONINA, Prefeitura Municipal. Lei Municipal Nº 23, de 8 de agosto de 2008. Aprova Medidas e Demais Especificações do Perímetro Urbano da Sede do Município de Antonina - Regulamentando Atividades. **Câmara Municipal de Antonina**, 2008. Disponível em: https://www.camaramunicipaldeantonina.pr.gov.br/54-leis/1092-lei-n%C2%B0-23-2008-aprova-medidas-e-demais-especifica%C3%A7%C3%B5es-do-per%C3%ADmetro-urbano-da-sede-do-munic%C3%ADpio-de-antonina-regulamentando-atividades.html. Acesso em: 23 mai. 2022.

ANTONINA, Prefeitura Municipal. Plano Municipal de Saneamento Básico. Relatório 1: Caracterização geral do Município e projeção demográfica. **Prefeitura de Antonina**, fev. 2020. Disponível em: http://antonina.pr.gov.br/uploads/pagina/arquivos/Relatorio1.pdf. Acesso em: 23 mai. 2022.

BRAGA, I. A.; VALLE, D. *Aedes aegypti*: vigilância, monitoramento da resistência e alternativas de controle no Brasil. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, Brasília, v. 16, n. 4, p. 295-302, dez. 2007. Disponível em: http://scielo.iec.gov.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-49742007000400007&lng=pt&nrm=iso. Acesso em: 02 jan. 2023. http://dx.doi.org/10.5123/S1679-49742007000400007.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de vigilância epidemiológica da febre amarela**. Brasília: Ministério da Saúde: Fundação Nacional de Saúde, 1999.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Dengue - instruções para pessoal de combate ao vetor: manual de normas técnicas**. Brasília: Ministério da Saúde: Fundação Nacional de Saúde, 3. ed., 2001.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. **Plano de Contingência Nacional para a Febre de Chikungunya**. Brasília: Ministério da Saúde, 2014. ISBN 978-85-334-2163-9.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. **Diretrizes nacionais para prevenção e controle de epidemias de dengue**. Brasília: Ministério da Saúde, 2009. (Série A. Normas e Manuais Técnicos). ISBN 978-85-334-1602-4.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Diretoria Técnica de Gestão. **Diagnóstico rápido nos municípios para vigilância entomológica do *Aedes aegypti* no Brasil – LIRAa: metodologia para avaliação dos índices de Breteau e Predial**. Brasília: Ministério da Saúde, 2005. 60 p. (Série A. Normas e Manuais Técnicos). ISBN 85-334-1032-8.

BUTANTAN, INSTITUTO. **Vacina da chikungunya é segura e gera resposta imune duradoura em 96% dos voluntários, apontam resultados finais de fase 3 nos**

EUA. Publicado em: 15 mar. 2022. Disponível em: https://butantan.gov.br/noticias/vacina-da-chikungunya-e-segura-e-gera-resposta-imune-duradoura-em-96-dos-voluntarios-apontam-resultados-finais-de-fase-3-nos-eua#:~:text=Vacina%20da%20chikungunya%20%C3%A9%20segura,3%20nos%20EUA%20%2D%20Instituto%20Butantan. Acesso em: 28 jun. 2022.

CALADO, D.C. & M.A. NAVARRO-SILVA. Avaliação da influência da temperatura sobre o desenvolvimento de *Aedes albopictus*. **Rev. Saúde Pública**; v. 36, n. 2, p. 173-179, 2002. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rsp/a/dvPQ8QMr7Y687hPJxsTxjDg/?format=pdf&lang=pt. Acesso em: 24 jan. 2023.

CONSOLI, R. A. G. B.; OLIVEIRA, R. L. **Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil**. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 1994. ISBN 85-85676-03-5. Available from SciELO Books <http://books.scielo.org>.

CUSTÓDIO, J. M de O. *et al.* Fatores abióticos e dinâmica populacional de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* em uma área endêmica de dengue no Brasil. **Instituto de Medicina Tropical de São Paulo** [online], v. 61, e18, 2019. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S1678-9946201961018. Acesso em: 18 mai. 2022. ISSN 1678-9946.

DIBO, M. R. *et al.* Identification of the best ovitrap installation sites for gravid *Aedes (Stegomyia) aegypti* in residences in Mirassol, state of São Paulo, Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz** [online], v. 100, n. 4, p. 339-343, 2005. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S0074-02762005000400001. Acesso em: 18 mai. 2022. ISSN 1678-8060.

DIBO, M. R. *et al.* Study of the relationship between *Aedes (Stegomyia) aegypti* egg and adult densities, dengue fever and climate in Mirassol, state of São Paulo, Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz** [online], v. 103, n. 6, p. 554-560, 2008. Disponível em: https://www.scielo.br/j/mioc/a/xnJGnwkz8NXKCpWkrM97f7R/?lang=en#. Acesso em: 29 jul. 2022.

FERREIRA, L. C. F. Culicídeos vetores diferenças e semelhanças fisiológicas e estruturais relacionadas ao processo de resistência dos ovos à dessecação. 2014. 117 f. Tese (Doutorado em Biologia Parasitária) - **Fundação Oswaldo Cruz, Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/13047. Acesso em: 30 jan. 2023.

FERREIRA-DE-LIMA, V. H. *et al.* The Asian tiger mosquito in Brazil: Observations on biology and ecological interactions since its first detection in 1986. **Acta Tropica** [online], v. 205, n. 105386, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2020.105386. Acesso em: 17 mai. 2022.

FORATTINI, O. P. Entomologia Médica. São Paulo: **Edusp**, v.1, 1962.

FORATTINI, O. P. Culicidologia Médica: Identificação, Biologia, Epidemiologia. São Paulo: **Edusp**, v.2, 2002.

GLASSER, C. M.; GOMES, A. DE C. Clima e sobreposição da distribuição de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* na infestação do Estado de São Paulo. **Revista de Saúde Pública**, v. 36, n.2, 2002. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rsp/a/fHh8nwNBGVQWgS4pHPzcGqs/?lang=pt#. Acesso em: 25 jan. 2023.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Cidades e Estados: Antonina-PR. IBGE, 2022. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pr/antonina.html. Acesso em: 23 mai. 2022.

MARQUES, C. C. de A. *et al.* Estudo comparativo de eficácia de larvitrampas e ovitrampas para vigilância de vetores de dengue e febre amarela. **Revista de Saúde Pública** [online], v. 27, n. 4, p. 237-241, 1993. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S0034-89101993000400002. Acesso em: 18 mai. 2022. ISSN 1518-8787.

MARQUES, G. R. A. M.; SERPA, L. L.N.; BRITO, M. *Aedes aegypti*. **Laboratório de Culicídeos – SUCEN – Taubaté**. Disponível em: https://www.indaiatuba.sp.gov.br/download/34245/. Acesso em: 30 nov. 2022.

MOURA, M. C. B. de M. *et al.* Spatio-temporal dynamics of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* oviposition in an urban area of northeastern Brazil. **Tropical Medicine & International Health** [online], v. 25, ed. 12, p. 1510-1521, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1111/tmi.13491. Acesso em: 18 mai. 2022. PMID: 32959943.

NASCIMENTO, J. F. do. *et al.* Influence of abiotic factors on the oviposition of *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Diptera: Culicidae) in Northern Paraná, Brazil. **International Journal of Tropical Insect Science** [online], v. 42, p. 2215-2220, 4 fev. 2022. Disponível em: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8815021/. Acesso em: 18 mai. 2022. DOI. 10.1007/s42690-022-00742-5.

NASCIMENTO, K. L. C.; SILVA, J. F. M. da; ZEQUI, J. A. C. & LOPES, J. Comparison Between Larval Survey Index and Positive Ovitrap Index in the Evaluation of Populations of *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Linnaeus, 1762) North of Paraná, Brazil. **Environmental Health Insights** [online], v. 14, p. 1-8, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1177/1178630219886570. Acesso em: 18 mai. 2022.

NOLETO, J. V. O. *et al.* Use of ovitraps for the seasonal and spatial monitoring of *Aedes* spp. in an area endemic for arboviruses in Northeast Brazil. **The Journal of Infection in Developing Countries** [online], v. 14, n. 4, p. 387-393, 2020. Disponível em: https://jidc.org/index.php/journal/article/view/12245. Acesso em: 18 mai. 2022. DOI. 10.3855/jidc.12245.

OPAS – Organização Pan-Americana da Saúde. **Febre Amarela**. Disponível em: https://www.paho.org/pt/node/40#:~:text=A%20febre%20amarela%20%C3%A9%20uma%20doen%C3%A7a%20hemorr%C3%A1gica%20viral%20transmitida%20por,%2C%20n%C3%A1usea%2C%20v%C3%B4mitos%20e%20fadiga. Acesso em: 28 jun. 2022.

OPAS – Organização Pan-Americana da Saúde. **Zika**. Disponível em: https://www.paho.org/pt/topicos/zika. Acesso em: 28 jun. 2022.

PARANÁ. Agência Estadual de Notícias. **Com aumento de casos, Paraná declara epidemia de dengue**. Disponível em: www.aen.pr.gov.br/Noticia/Com-aumento-de-casos-Parana-declara-epidemia-de-dengue. Acesso em: 17 mai. 2022.

PARANÁ. Secretaria Estadual de Saúde (SESA/PR). **Anexo Informe Epidemiológico n° 48/ 2021-2022**. Disponível em: https://www.dengue.pr.gov.br/sites/dengue/arquivos_restritos/files/documento/2022-07/anexo_1.pdf. Acesso em: 30 jul. 2022.

PARANÁ. Secretaria Estadual de Saúde (SESA/PR). **Informe Epidemiológico n° 48/ 2021-2022**. Disponível em: https://www.dengue.pr.gov.br/sites/dengue/arquivos_restritos/files/documento/2022-07/informe_epidemiologico_48_se_31_a_29.pdf. Acesso em: 30 jul. 2022.

PARANÁ. Secretaria Estadual de Saúde (SESA/PR). **Informe Entomológico n° 03/2022**. Disponível em: https://www.dengue.pr.gov.br/sites/dengue/arquivos_restritos/files/documento/2022-07/informe_3ociclo_2022.pdf. Acesso em: 30 jul. 2022.

PARANÁ. Secretaria Estadual de Saúde (SESA/PR). **Plano Estadual de Contingência para Epidemias de Dengue, Zika Vírus e Febre Chikungunya**. 2020. Disponível em: https://www.dengue.pr.gov.br/sites/dengue/arquivos_restritos/files/documento/2020-11/Plano_de_Contig%C3%AAncia%20Dengue%2026.11.2020.pdf. Acesso em: 29 jul. 2022.

QGIS Geographic Information System. QGIS Association. Disponível em: http://www.qgis.org. Acesso em: 10 ago. 2022.

SÃO PAULO. Secretaria de Estado da Saúde. **Manual de Vigilância Entomológica de *Aedes aegypti***. Superintendência de Controle de Endemias. São Paulo, 1997.

SERPA, L.L.N. *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** [online], v. 6, n. 321, 2013. Disponível em: https://doi.org/10.1186/1756-3305-6-321. Acesso em: 18 mai. 2022.

SILVA, K. R. da. *et al.* New traps for the capture of *Aedes aegypti* (Linnaeus) and *Aedes albopictus* (Skuse) (Diptera: Culicidae) eggs and adults. **Plos Neglected Tropical Diseases** [online], v. 15, n. 4, e0008813, 2021. Disponível em: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8081340/?report=classic. Acesso em: 18 mai. 2022. DOI. 10.1371/journal.pntd.0008813.

SOUZA-NETO, J. A; POWELL, J. R.; BONIZZONI, M. *Aedes aegypti* vector competence studies: A review. **Infection, Genetics and Evolution** [online], v. 67, p. 191-209, 2019. Disponível em:

https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8135908/. DOI.10.1016/j.meegid.2018.11.009. Acesso em: 18 mai. 2022.

The Jamovi Project (2022). JAMOVI. (Version 2.3) [Computer Software]. Retrieved from https://www.jamovi.org. Acesso em: 29 dez. 2022.

THOMAS, S. J.; YOON, I-K. A review of Dengvaxia®: development to deployment, Human Vaccines & Immunotherapeutics. **Taylor & Francis Online**, v. 15, n. 10, p. 2295-2314, 2019. Disponível em: https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/21645515.2019.1658503. Acesso em: 23 mai. 2022. DOI. 10.1080/21645515.2019.1658503.

VANHONI, F.; MENDONÇA, F. O clima do litoral do Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Climatologia**, [S.l.], v. 3, ago. 2008. ISSN 2237-8642. Disponível em: http://dx.doi.org/10.5380/abclima.v3i0.25423. Acesso em: 23 maio 2022.

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. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbepid/a/TcbcTTkMKgRTnQySbSnpsCh/?format=pdf&lang=pt. Acesso em: 24 jan. 2023.

WHO – World Health Organization. **Dengue and severe dengue**. Disponível em: http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs117/es/. Atualizado em: 10 jan. 2022. Acesso em: 17 mai. 2022.

WHO – World Health Organization. **Vector-borne diseases**. Disponível em: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/vector-borne-diseases. Atualizado em: 2 mar. 2020. Acesso em: 21 jul. 2022.

ZANLUCA, C. *et al.* First report of autochthonous transmission of Zika virus in Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz** [online], v. 110, n. 4, p. 569-572, 2015. Disponível em: https://doi.org/10.1590/0074-02760150192. Acesso em: 17 mai. 2022. ISSN 1678-8060.

ZARA, A. L. de S. A. *et al.* Estratégias de controle do *Aedes aegypti*: uma revisão. **Epidemiologia e Serviços de Saúde** [online], v. 25, n. 2, p. 391-404, 2016. Disponível em: https://doi.org/10.5123/S1679-49742016000200017. Acesso em: 17 mai. 2022. ISSN 2237-9622.

ZEQUI, J. A. C. *et al.* Monitoramento e controle de *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) e *Aedes albopictus* (Skuse, 1984) com uso de ovitrampas. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, Londrina, v. 39, n. 2, p. 93-102, jul./dez. 2018. Disponível em: https://www.uel.br/revistas/uel/index.php/seminabio/article/view/30727. Acesso em: 18 mai. 2022. DOI. 10.5433/1679-0367.2018v39n2p93.

ZHOU, K.; LI, C.; SHI, W.; HU, X.; NANDAKUMAR, K.S.; JIANG, S.; ZHANG, N. Current Progress in the Development of Zika Virus Vaccines. **Vaccines**, v. 9, 2021. Disponível em: https://www.mdpi.com/2076-393X/9/9/1004/htm. Acesso em: 29 jul. 2022.