Universidade de São Paulo
Faculdade de Saúde Pública

**Efeito da competição intraespecífica e da temperatura na
atividade locomotora de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*
(Diptera: Culicidae) em condições de laboratório**

Ronan Rocha Coelho

**Dissertação apresentada à Comissão de Pós-graduação da
Faculdade de Saúde Pública para obtenção do título de
Mestre em Ciências.**

Área de concentração: Epidemiologia

Orientadora: Profa. Dra. Tamara Nunes de Lima Camara

São Paulo

2018

**Efeito da competição intraespecífica e da temperatura na
atividade locomotora de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*
(Diptera: Culicidae) em condições de laboratório**

Ronan Rocha Coelho

**Dissertação apresentada à Comissão de Pós-graduação da
Faculdade de Saúde Pública para obtenção do título de
Mestre em Ciências.**

Área de concentração: Epidemiologia

Orientadora: Profa. Dra. Tamara Nunes de Lima Camara

São Paulo

2018

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catálogo da publicação

Biblioteca/CIR: Centro de informação e referência em Saúde Pública

Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo

Dados fornecidos pelo (a) autor (a)

Rocha Coelho, Ronan

- Efeitos da competição intraespecífica e da temperatura na atividade locomotora de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) em condições de laboratório / Ronan Rocha Coelho; orientadora Prof.^a Dra. Tamara Nunes de Lima-Camara. - São Paulo, 2018.

74 p.

Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, 2018.

1. *Aedes*. 2. Competição intraespecífica. 3. Temperatura. 4. Atividade locomotora. I. Nunes de Lima-Camara, Prof^a Dra. Tamara, orient. II Título.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de começar agradecendo à minha orientadora, a Prof.^a Dra. Tamara Nunes de Lima-Camara, pela oportunidade de ter sido seu técnico e em seguida aluno. Lembro que desde quando cheguei ao laboratório, sempre fui tratado por ela como um aluno e não apenas como um técnico de um projeto. A partir daí, comecei a aprender muitas coisas e como consequência disso, comecei a gostar da área e então, resolvi entrar no mestrado. Obrigado pela direção dada ao longo do meu projeto.

Aos membros da banca examinadora, Prof^o Dr. Mauro Toledo Marrelli, Dra. Juliana Telles de Deus e ao Dr. Fredy Galvis Ovallos por aceitarem meu convite e integrar minha banca além das importantes correções para que meu trabalho fosse aprimorado.

Ao Dr. Paulo Roberto Urbinatti, por se tornar um grande amigo, estando sempre disponível para me auxiliar com seu vasto conhecimento e suas experiências na vida acadêmica.

À Rosa Maria Marques Sá de Almeida por me ajudar em todos os experimentos realizados com seu conhecimento e sua experiência.

Aos amigos que fiz no laboratório durante essa empreitada: Filipe Pancetti, Marta Heinisch, Pamela Andrade, Bruno Nakazato, Sabrina Santana, Thaís Azevedo, Victor Lima, Morgana Diniz, Thais Feitosa pela parceria e disponibilidade em ajudar ao longo de todos os experimentos e também da minha vida acadêmica.

Aos amigos que fiz durante a pós-graduação: Cecília Lavistchika, Rubens Silveira, Mariana Dantas, Sandra Nagaki, Leonardo Suveges, Ivy Sá, Amanda Alves, Antônio Ralph, Eduardo von Martius, Letícia Marteis, Fernando Luiz, Dra. Márcia Bicudo, Professor Délsio Natal, por todas as conversas e conselhos dados até o final do mestrado. Todos amigos que fiz levarei para o resto da vida.

À professora Nildimar Honório e ao técnico de laboratório Célio Pinel da FIOCRUZ pela atenção e pelo fornecimento do material usado neste projeto.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pelo financiamento do projeto “Paridade, desenvolvimento ovariano, transmissão vertical e atividade locomotora de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) na cidade de São Paulo –SP”: (projeto: nº 2016/12140-0).

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da minha bolsa de estudos durante esse período.

À minha família: minha mãe Margarida, minha irmã Runa, meu irmão Zandor que sempre estiveram ao meu lado. À minha namorada Bárbara que desde o começo me incentivou a iniciar o mestrado sendo minha companheira, sempre me auxiliando com seus conhecimentos. À minha tia Téia que sempre incentivou e me ajudou a seguir na vida acadêmica.

À todos os meus tios e minha vó Nina pelo carinho que sempre me foi dado.

À todos, minha gratidão!

“O conhecimento nos faz responsáveis. ”

(Che Guevara)

RESUMO

COELHO, R.R. **Efeito da competição intraespecífica e da temperatura na atividade locomotora de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) em condições de laboratório.** [Dissertação (Mestrado em Saúde Pública)]. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo; 2018.

Doenças como a dengue, chikungunya, Zika e febre amarela urbana são causadas por patógenos transmitidos pela picada de fêmeas infectadas de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus*. Fatores bióticos, como a competição na fase larval, e abióticos, como a variação da temperatura, provocam alterações no ciclo de desenvolvimento dessas espécies. O presente estudo avaliou os efeitos da competição intraespecífica e da temperatura na atividade locomotora de fêmeas virgens de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus*. Os objetivos do trabalho foram: comparar o tamanho das fêmeas de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* oriundas de criadouros com baixa e alta competição intraespecífica; avaliar o efeito da competição intraespecífica na atividade locomotora de fêmeas virgens de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus*, sob regime de 12 horas de claro e 12 horas de escuro, à 25°C e analisar o padrão da atividade locomotora de fêmeas virgens de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus*, sob regime de 12 horas de claro e 12 horas de escuro, sob diferentes temperaturas (20°C, 25°C e 30°C). As colônias dos mosquitos utilizados nos experimentos são provenientes da FIOCRUZ-RJ. Para o experimento de competição, larvas de ambas as espécies foram criadas sob condições de alta (100 larvas) e baixa (20 larvas) densidades. Para isso, foram utilizadas 14 bacias preenchidas com 500 ml de água e 0,2 g de ração para peixes. Após a competição, as fêmeas oriundas de cada densidade foram transferidas para incubadoras para a realização da análise da atividade locomotora. Após a atividade, verificou-se o tamanho dos adultos oriundos de cada densidade larvária, por meio da medição das asas de cada fêmea. Para a análise da atividade locomotora sob diferentes temperaturas, as fêmeas utilizadas foram desenvolvidas em ambiente com quantidade de ovos similares. Foi utilizado o mesmo procedimento para análise da atividade do experimento anterior, porém, cada experimento ocorreu sob diferentes temperaturas: 20°C, 25°C e 30°C. Para a análise dos dados obtidos foram utilizados os testes T e ANOVA multifatorial. Para o experimento de competição, fêmeas de ambas as espécies oriundas de competição de baixa densidade foram maiores do que as oriundas de desenvolvimento sob alta densidade larvária. A atividade das fêmeas de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* de ambas as densidades foi muito semelhante, sugerindo que fêmeas menores tem atividade equivalente à de fêmeas maiores. Já no experimento que avaliou a atividade das fêmeas sob faixas térmicas distintas, notou-se que, em *Ae. aegypti*, houve diferença significativa na atividade total sob 20°C quando comparadas a 25°C e 30°C, demonstrando que a temperatura mais baixa foi limitante para a atividade desta espécie. Houve diferenças em algumas médias avaliadas na atividade de *Ae. albopictus*, porém, esta espécie pareceu ter sido menos influenciada com a variação da temperatura. Análises estatísticas confirmaram que as fêmeas de *Ae. aegypti* respondem de forma distinta das fêmeas de *Ae. albopictus* quando as temperaturas foram modificadas. O presente estudo ajuda a esclarecer alguns aspectos relacionados ao comportamento dos mosquitos *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus*, que são considerados de grande importância para a saúde pública.

Palavras-chave: *Aedes aegypti*, *Aedes albopictus*, competição intraespecífica, temperatura, atividade locomotora.

ABSTRACT

COELHO, R. R. **Effects of intraspecific competition and temperature on locomotor activity of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) under laboratory conditions.** [Dissertation (Public Health)]. São Paulo: Faculty of Public Health, University of São Paulo; 2018. Portuguese.

Diseases such as dengue, chikungunya, Zika and urban yellow fever are caused by pathogens transmitted by the bites of infected females of *Ae. aegypti* and *Ae. albopictus*. Biotics factors essentially competition on larval stages, and abiotics factors, for instance, temperature variation, occasion adjustments on development cycle of these species. The present study evaluated the effects of intraspecific competition and temperature on locomotor activity of *Ae. aegypti* and *Ae. albopictus*. The aims of this study were: to compare the size of females *Ae. aegypti* and *Ae. albopictus* from breeding sites with low and high intraspecific competition; to evaluate the effect of intraspecific competition on locomotor activity of virgin females of *Ae. aegypti* and *Ae. albopictus*, under regime of 12 hours of light and 12 hours of dark at 25°C and to analyze the pattern of the locomotor activity of virgins females of *Ae. aegypti* and *Ae. albopictus*, under regime of 12 hours of light and 12 hours of dark, under different temperatures (20°C, 25°C e 30°C). The mosquitoes colonies used on experiment are from FIOCRUZ-RJ. For the competition experiment, larvae from both species were raised under conditions of high (100 larvae) and low (20 larvae) densities. For this 14 containers filled with 500 ml of water and 0,2 g of fish food were used. After the competition, the females from each density were transferred to incubators to perform locomotor activity analysis. After the activity, the size of adult from each larval density, were verified by wings measurement of each female. For the analysis of the locomotor activity under different temperatures, the females used were developed in an environment with similar amount of eggs. The same procedure was used to the analyze the activity of the previous experiment, however, each experiment happened under different temperatures: 20°C, 25°C e 30°C. For the analysis of the obtained data were applied T tests and ANOVA multivariate. For the competition experiment, females of both species from low density of competition were longer than females from competition under high larval density. The activity of females of *Ae. aegypti* and *Ae. albopictus* from both densities was very similar, suggesting that smaller females have equivalent activity to that of larger females. In the experiment that evaluated the activity of females under different thermal bands, it was noticed that in *Ae. aegypti* there was significant difference in total activity under 20°C when compared with 25°C and 30°C degrees, demonstrating the lower temperature was limiting to activity for this species. There were differences in some averages evaluated in *Ae. albopictus* activity, however, this species seemed to have been less influenced with the temperature variation. Statistical analysis confirmed that females of *Ae. aegypti* respond differently than females of *Ae. albopictus* when the temperatures were modified. The present study helps to clarify some aspects about the behavior of mosquitoes *Ae. aegypti* and *Ae. albopictus* which are considered of great concern for public health.

Keywords: *Aedes aegypti*, *Aedes albopictus*, intraspecific competition, temperature, locomotor activity.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Esquema apresentando o experimento com a planta <i>Mimosa pudica</i> feito por de Mairan.....	27
Figura 2	Pupas de <i>Ae. aegypti</i> individualizadas nos borreis para obtenção de fêmeas virgens posteriormente.....	33
Figura 3	Gaiola identificada pela densidade onde os adultos foram acondicionados.....	33
Figura 4	Medição da asa com auxílio da lupa estereoscópica e lâmina milimetrada.....	34
Figura 5	(A) - Retirada das fêmeas de <i>Ae. aegypti</i> da gaiola com o auxílio do capturador de Castro.....	35
Figura 6	Tubo de atividade com algodão embebido em solução açucarada e vedado em ambos os lados com Parafilm, contendo uma fêmea de <i>Ae. aegypti</i>	35
Figura 7	Inserção dos tubos nas placas de monitoramento da atividade locomotora.....	37
Figura 8	(A) - Fêmeas virgens de <i>Ae. aegypti</i> inseridas nos tubos colocados na placa de monitoramento. (B) - Incubadora com as placas acondicionadas para o experimento.....	37
Figura 9	Boxplots das médias do tamanho das asas de fêmeas de (A) <i>Ae. aegypti</i> e (B) <i>Ae. albopictus</i> , que se desenvolveram sob baixa e alta densidade de competição larvária.....	41
Figura 10	Atividade locomotora de fêmeas virgens de <i>Ae. aegypti</i> oriundas de competição com baixa (Azul escuro) e alta (Azul claro) densidades. O erro padrão é representado pelas linhas tracejadas.....	42
Figura 11	Atividade locomotora de fêmeas virgens de <i>Ae. albopictus</i> oriundas de competição com baixa (vermelho) e alta (preto) densidades. O erro padrão é representado pelas linhas tracejadas.....	43
Figura 12	Atividade locomotora de fêmeas virgens de <i>Ae. aegypti</i> submetidas a diferentes temperaturas: 20°C (linha vermelha), 25°C (linha preta) e 30°C (linha verde). O erro padrão é representado pelas linhas tracejadas.....	44

Figura 13	Média de 1 dia da atividade locomotora de fêmeas virgens de <i>Ae. aegypti</i> submetidas a diferentes temperaturas: 20°C (linha vermelha), 25°C (linha preta) e 30°C (linha verde).....	45
Figura 14	Atividade locomotora de fêmeas virgens de <i>Ae. albopictus</i> submetidas a diferentes temperaturas: 20°C (linha vermelha), 25°C (linha preta) e 30°C (linha verde).....	47
Figura 15	Média de 1 dia da atividade locomotora total de fêmeas virgens de <i>Ae. albopictus</i> submetidas a diferentes temperaturas: 20°C (linha vermelha), 25°C (linha preta) e 30°C (linha verde).....	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Tamanho médio das asas de <i>Ae. aegypti</i> e <i>Ae. albopictus</i> sob diferentes densidades de competição.....	40
Tabela 2	Comparação das médias da atividade locomotora de fêmeas virgens de <i>Ae. aegypti</i> sob cada temperatura.....	44
Tabela 3	Atividade locomotora de fêmeas virgens de <i>Ae. aegypti</i> sob ciclos (LD 12:12) com temperaturas distintas.....	45
Tabela 4	Atividade locomotora de fêmeas virgens de <i>Ae. albopictus</i> sob ciclos (LD 12:12) com temperaturas distintas.....	46
Tabela 5	Comparação das médias da atividade locomotora de fêmeas virgens de <i>Ae. albopictus</i> sob cada temperatura.....	47
Tabela 6	Valores de F e <i>p</i> (significância), obtidos após análise de variância (ANOVA) multifatorial, utilizada para verificar o impacto das espécies testadas (<i>Ae. aegypti</i> e <i>Ae. albopictus</i>), das temperaturas avaliadas (20°C, 25°C e 30°C) e da interação entre esses fatores na atividade locomotora observada durante quatro dias de 12 horas de claro e 12 horas de escuro.....	49

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	14
1.1	VETORES.....	15
1.1.1	<i>Aedes aegypti</i>	15
1.1.2	<i>Aedes albopictus</i>	16
1.2	ARBOVIROSES EM EVIDÊNCIA NO MUNDO.....	18
1.2.1	Dengue.....	18
1.2.2	Chikungunya.....	19
1.2.3	Zika.....	20
1.2.4	Febre amarela.....	22
1.3	ASPECTOS QUE MODULAM O CICLO DE VIDA DE <i>Ae. aegypti</i> E <i>Ae. albopictus</i>.....	23
1.3.1	Competição larval.....	23
1.3.2	A temperatura como fator relevante na biologia dos Aedes.....	25
1.4	RITMOS CIRCADIANOS.....	26
1.5	ALTERAÇÕES NA ATIVIDADE LOCOMOTORA DOS VETORES....	29
2.	OBJETIVOS.....	31
2.1	Objetivo geral.....	31
2.2	Objetivos específicos.....	31
3.	MATERIAL E MÉTODOS.....	32
3.1	COMPETIÇÃO LARVAL.....	32
3.2	VERIFICAÇÃO DO COMPRIMENTO DAS ASAS.....	34
3.3	ANÁLISE DA ATIVIDADE LOCOMOTORA DE FÊMEAS ORIUNDAS DE COMPETIÇÃO DIFERENTES DENSIDADES...	34
3.4	ATIVIDADE LOCOMOTORA SOB DIFERENTES TEMPERATURAS	38
3.5	ANÁLISE DOS DADOS.....	38

4.	RESULTADOS	40
4.1	TAMANHO DAS ASAS DE FÊMEAS VIRGENS DE <i>Aedes aegypti</i> E <i>Aedes albopictus</i>	40
4.2	ATIVIDADE LOCOMOTORA DE FÊMEAS VIRGENS DE <i>Aedes</i> <i>aegypti</i> E <i>Aedes albopictus</i> ORIUNDAS DE COMPETIÇÃO COM BAIXA E ALTA DENSIDADES.....	41
4.3	ANÁLISE DA ATIVIDADE LOCOMOTORA DE FÊMEAS VIRGENS DE <i>Ae. aegypti</i> E <i>Ae. albopictus</i> SOB DIFERENTES TEMPERATURAS (20°C, 25°C E 30°C).....	43
5.	DISCUSSÃO	50
6.	CONCLUSÃO	59
7.	REFERÊNCIAS	60

CURRÍCULO LATTES

1. INTRODUÇÃO

Os arbovírus são vírus mantidos na natureza, mediante transmissão biológica entre hospedeiros vertebrados suscetíveis e artrópodes vetores hematófagos, especialmente os insetos. Além disso, a manutenção dos arbovírus na natureza também pode ser garantida pelas vias de transmissão vertical e venérea entre os insetos vetores (HIGGS, BEATY, 2010). Os arbovírus multiplicam-se e produzem viremia nos vertebrados e nos tecidos dos artrópodes, sendo repassados a novos vertebrados suscetíveis através do contato com esses vetores, após um período de incubação extrínseca (WHO, 1985). Esses vírus possuem alta distribuição no mundo, porém são mais comumente encontrados em regiões tropicais e subtropicais, pois estas apresentam condições climáticas favoráveis para a transmissão e manutenção desses patógenos pelos insetos vetores ao longo do ano. Além da temperatura, fatores relevantes, como índices de umidade, cobertura vegetal e outros aspectos definem a localização dos vetores e dos hospedeiros vertebrados suscetíveis (GUBLER, 2002).

Atualmente, mais da metade da população humana corre o risco de contrair arbovírus transmitidos por vetores, como o dengue (DENV), chikungunya (CHIKV), Zika (ZIKV) e febre amarela (YFV), todos transmitidos ao homem pela picada de fêmeas de mosquitos, principalmente das espécies *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*, infectadas com estes patógenos. (CONSOLI & LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, 1994; FORATTINI, 2002; LIMA-CAMARA, 2016; ESCOBAR e col., 2016; WEAVER & REISEN, 2010). Devido à ampla adaptação a ambientes com alterações antrópicas, ambas as espécies continuam se expandindo e desenvolvendo com excelência em diversas áreas do mundo (NORRIS, 2004; LIMA-CAMARA, 2016).

Tanto o *Ae. aegypti* quanto o *Ae. albopictus* são encontrados em quase todos os continentes devido a diversos fatores que favorecem o seu desenvolvimento, como as elevadas temperaturas de atualmente (KRAEMER e col., 2015). Fatores antrópicos também têm grande importância no ciclo de vida dessas espécies e na dinâmica de transmissão dos arbovírus: o crescimento da população mundial afetou diretamente o aumento do número de casos de arboviroses, pois, com elevadas taxas de urbanização, desmatamento, falta de saneamento básico e até a necessidade de armazenamento de água, os insetos vetores tiveram maior proximidade e contato com o homem, tendo mais chances de transmitir patógenos, provocando surtos e epidemias em vários locais do mundo (MORSE, 1995; GUBLER, 2002). Além disso, a antropofilia e endofilia de *Ae. aegypti*, bem como a presença confirmada de *Ae.*

albopictus também em áreas urbanas, facilitaram uma combinação entre todos os aspectos citados, interferindo negativamente na saúde pública (CONSOLI & LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, 1994; NATAL, 2002; BRAKS e col., 2003).

1.1 VETORES

As espécies *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* fazem parte da ordem Diptera, subordem Nematocera e família Culicidae. São insetos com desenvolvimento holometábolo apresentando quatro estágios: ovo, larva, pupa e adulto (FORATTINI, 2002).

1.1.1 *Aedes aegypti*

O *Ae. aegypti* é um mosquito proveniente do continente africano, descrito inicialmente no Egito. Sua chegada ao Brasil deu-se, provavelmente, por intermédio de embarcações que traziam escravos do continente africano, durante o período colonial. No início do século XX, o *Ae. aegypti* começou a ser combatido no Brasil, por meio das campanhas criadas pelo médico sanitarista Oswaldo Cruz, que buscava diminuir o número de casos de febre amarela urbana, que assolava, principalmente, o estado do Rio de Janeiro. Em suas campanhas, Oswaldo Cruz organizou a busca ativa e eliminação de criadouros de *Ae. aegypti* no interior das casas, bem como a aplicação de larvicida e inseticida e o isolamento dos doentes. Após as campanhas, o resultado foi visivelmente positivo, com a redução da densidade do mosquito vetor e, conseqüentemente, do número de casos da doença (CONSOLI & LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, 1994; BRAGA & VALLE, 2007).

No ano de 1955, *Ae. aegypti* foi considerado erradicado do país, porém, devido à diminuta preocupação dos países limítrofes ao Brasil, que não mantiveram programas de monitoramento e controle adequados, houve a reinvasão do mosquito pela região norte, no final da década de 1970. Atualmente, essa espécie é encontrada em todos os estados brasileiros (CONSOLI & LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, 1994; BRAGA & VALLE, 2007).

A presença de *Ae. aegypti* está associada a locais onde há elevada atividade antrópica, pois, normalmente, esse mosquito desenvolve-se bem em recipientes artificiais descartados pelo homem, como pneus, latas, pratos dentre outros utensílios que são potenciais criadouros como vasos com plantas (SILVA e col., 2006). Além disso, a antropofilia e endofilia

apresentadas pelo *Ae. aegypti* também contribuem para sua distribuição, que está vinculada a regiões mais associadas ao homem (NATAL, 2002). Paralelamente, alguns estudos já confirmaram a presença das formas imaturas deste culicídeo em criadouros naturais, como bromélias e ocos de árvores, demonstrando a flexibilidade na adaptação desse mosquito vetor em realizar oviposição em diferentes criadouros (FORATTINI, 2000; CUNHA e col., 2002; VAREJÃO e col., 2005; LIMA-CAMARA e col., 2016).

O *Ae. aegypti* apresenta grande importância na saúde pública, pois é o principal vetor de agentes que causam arboviroses emergentes e re-emergentes, como a dengue, chikungunya, Zika e a febre amarela urbana (CONSOLI & LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, 1994; PAHO, 2011; OMS, 2016).

1.1.2 *Aedes albopictus*

O *Ae. albopictus* é um mosquito oriundo do continente asiático e, em consequência disso, é conhecido popularmente como “tigre asiático”. Foi registrado nas Américas pela primeira vez em 1985, nos Estados Unidos, estado do Texas. Em meados de 1986, chegou ao Brasil, tendo sido registrado pela primeira vez no estado do Rio de Janeiro, expandindo paulatinamente sua distribuição para outros estados do país, como Minas Gerais, São Paulo e Espírito Santo (FORATTINI, 1986; BRITO e col., 1986; SANTOS, 2003). Atualmente, 25 das 27 unidades federativas do Brasil já registraram oficialmente a presença do *Ae. albopictus*, com exceção somente dos estados do Acre e Amapá (SANTANA e col., 2014; PANCETTI e col., 2015;). A rota mais provável da chegada do *Ae. albopictus* às Américas, foi por meio do comércio de pneus com o norte do Japão (HAWLEY, 1988). Além de regiões de clima tropical e subtropical, o *Ae. albopictus* também é encontrado em países de clima temperado, como França e Itália, onde alguns casos autóctones de dengue e chikungunya foram registrados (REZZA e col., 2007; GOULD e col., 2010). Isso ocorre, porque este culicídeo possui elevada resistência à temperaturas mais baixas (HAWLEY, 1988; REZZA e col., 2007; GOULD e col., 2010).

Ao contrário do *Ae. aegypti*, no Brasil, o *Ae. albopictus* tem sua presença registrada com maior frequência em regiões silvestres e rurais, sempre próximo a regiões com determinado grau de cobertura vegetal. Porém, esta espécie tem ocorrido também em áreas urbanas, sobrepondo em diversos locais o *Ae. aegypti* (BRAKS e col., 2003; LIMA-CAMARA e col., 2006).

Adicionalmente, os criadouros de *Ae. albopictus* incluem, com elevada assiduidade, recipientes naturais, como buracos de árvores, internódios de bambu, bromélias, cascas de frutas, dentre outros (CONSOLI & LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, 1994; HAWLEY, 1988). Entretanto, formas imaturas de *Ae. albopictus* já foram verificadas nos mesmos criadouros onde *Ae. aegypti* se desenvolve, podendo levar à competição por alimento e espaço entre as espécies (BRAKS e col., 2004; ALTO, BETTINARDI & ORTIZ, 2015). Na maioria das vezes em que ocorre competição interespecífica, *Ae. albopictus* parece ter vantagem após determinado tempo, pois sua densidade prevalece sobre a de *Ae. aegypti* (CONSOLI & LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, 1994; HONÓRIO & LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, 2001; JULIANO e col., 2004). Um estudo feito na Flórida, por exemplo, demonstrou que quando *Ae. albopictus* alcançou criadouros artificiais, normalmente frequentados por *Ae. aegypti*, houve uma redução brusca na densidade da segunda espécie (O'MEARA e col., 1995).

Em alguns países asiáticos, *Ae. albopictus* é incriminado como principal transmissor do vírus dengue. Nas ilhas de La Reunión, localizadas no Oceano Índico, esta espécie foi responsável pelos surtos de dengue que ocorreram na década de 70 e também foi envolvido na transmissão de CHIKV entre os anos de 2005 e 2007 na mesma região (COULANGES e col., 1979; PIALOUX e col., 2007). Populações deste vetor no Brasil mostraram competência para transmissão dos vírus da dengue tanto horizontal (vetor-vertebrado) quanto verticalmente (transmissão transovariana) (CONSOLI & LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, 1994; MILLER & BALLINGER, 1988; CASTRO e col., 2004). Além disso, VEGA-RÚA e col., (2014) demonstraram que, em condições de laboratório, populações de *Ae. albopictus* de diversos países do continente americano, inclusive o Brasil, apresentaram alta eficiência na transmissão do vírus chikungunya. Com relação ao vírus Zika, WONG e col. (2013) demonstraram elevadas taxas de infecção e transmissão em condições de laboratório. Atualmente, após diversos experimentos, CHOUIN-CARNEIRO e col., (2016) também confirmaram suscetibilidade de *Ae. albopictus* à infecção pelo ZIKV.

Com competência vetorial comprovada para diversos arbovírus e por estar presente em diferentes ambientes, competindo, inclusive, com *Ae. aegypti*, *Ae. albopictus* poderia atuar como meio de ligação para doenças do ciclo silvestre para o meio urbano, como a febre amarela silvestre, que teve um aumento significativo no número de casos no Brasil em 2017 (MITCHELL, 1991; PAUPY e col., 2009; SVS - MS, 2017).

1.2 ARBOVIROSES EM EVIDÊNCIA NO MUNDO

1.2.1 Dengue

A dengue é uma doença viral, endêmica em mais de 100 países no mundo (GURUGAMA 2010), e a Organização Mundial da Saúde (OMS) estima que 40% da população mundial estejam em risco de contraí-la (OMS, 2015). Recentemente, um estudo estimou que cerca de 390 milhões de infecções por dengue ocorre por ano no mundo, o que torna essa doença um grave problema de saúde pública (BHATT e col., 2013). A transmissão do vírus dengue no Brasil ocorre, principalmente, através da picada da fêmea infectada de *Ae. aegypti*, enquanto que o *Ae. albopictus* é considerado vetor potencial desse arbovírus (CONSOLI & LOURENÇO-DE-OLIVEIRA 1994; FORATTINI 2002).

O vírus dengue pertence à família Flaviviridae, gênero *Flavivirus*, e possui quatro sorotipos: DENV-1, DENV-2, DENV-3, DENV-4, sendo que todos podem provocar as formas leves ou graves da doença (IOC-FIOCRUZ, 2016). Existem indícios que apontam que o vírus dengue esteja presente no Brasil desde o século XIX, porém ainda não havia sido confirmado por análise laboratorial. O primeiro surto de dengue no país ocorreu entre os anos de 1981-1982, na cidade de Boa Vista, estado de Roraima. Inicialmente os casos eram tratados como rubéola, mas após o isolamento viral, em conjunto com a procura de vetores, confirmou-se a presença dos sorotipos I e IV do vírus dengue na região (OSANAI e col., 1983). Entretanto, não foi observada a expansão desse vírus no país e, somente nos anos de 1986 e 1990, no estado do Rio de Janeiro, foi detectada a circulação dos sorotipos I e II do dengue (SCHATZMAYR e col., 1986; NOGUEIRA e col., 1990). Já nos anos 2000, houve a confirmação do DENV-3 na cidade de Nova Iguaçu, também no Rio de Janeiro, e, em 2010, foi verificada a circulação do DENV-4 no estado de Roraima (NOGUEIRA e col., 2001; TEMPORÃO e col., 2011). Atualmente, a dengue é classificada como uma doença endêmica no país, devido ao elevado número de casos, facilitando o surgimento de epidemias (MS, 2017).

A distribuição da dengue se estende por toda a região tropical do mundo, onde se encontram os países com fatores climáticos e níveis de infestação pelos insetos vetores favoráveis para a manutenção da doença (GUBLER, 2002). Segundo a OMS (2016), com cuidados médicos adequados, a taxa de letalidade por essa doença chega apenas a 1%, porém, sem atendimento adequado, essa taxa pode alcançar os 20%. A dengue possui uma fase febril

que pode durar até uma semana, junto de outros sintomas, como dor retro-orbital, cefaleias, dores musculares, náuseas, vômitos e exantema. (BELTRÁN-SILVA e col., 2016).

No Brasil, apesar da primeira vacina licenciada contra dengue estar na fase de comercialização, a taxa de eficiência aproxima-se dos 60%. Dessa forma, outras opções de vacina estão sendo desenvolvidas como método profilático, como a que está sendo produzida pelo Instituto Butantan, junto à FIOCRUZ de Pernambuco (WHO, 2016; FIOCRUZ, 2016). No ano de 2017, houve uma queda no número de casos de dengue, comparados com o ano anterior: enquanto houve, aproximadamente, 1.500.000 de casos prováveis de dengue em 2016, em 2017, até a última semana epidemiológica, cerca de 250 mil casos foram registrados (SVS - MS, 2017).

1.2.2 Chikungunya

Chikungunya é uma doença causada por um vírus RNA do gênero *Alphavirus*, da família *Togaviridae*, e, assim como a dengue, também é transmitido ao homem pela picada das fêmeas infectadas dos mosquitos *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus*. O primeiro surto registrado do CHIKV ocorreu na Tanzânia, em 1952, e, apesar de já haver relatos de sintomas semelhantes aos da chikungunya, o vírus não havia sido isolado do soro humano e nem de mosquitos (ROBINSON, 1955; PAHO, 2011; WEAVER & FORRESTER, 2015,).

Os sintomas da chikungunya são similares aos da dengue e, por isso, há certa dificuldade para sua distinção. No homem, a infecção pelo CHIKV acontece em um curto período de incubação e, logo em seguida, subitamente ocorre a fase crítica da doença. Quando há a máxima viremia, os sintomas são representados por febre alta, mialgia, dores de cabeça e a poliartralgia, com desenvolvimento de dores excessivas nas articulações, alcançando a região das costas (ROBINSON, 1955; PIALOUX e col., 2007; HORCADA, DÍAZ-CALDERÓN, GARRIDO, 2015). A poliartralgia, característica marcante em pacientes infectados pelo CHIKV, a distingue da dengue, sendo responsável pelo nome da doença, originado do idioma Makonde, falado em algumas regiões da Tanzânia e Moçambique, que significa “aquele que se dobra” (MATHEW e col., 2017).

Surtos de chikungunya foram registrados em ilhas do oceano Índico durante o ano de 2004, demonstrando que o vírus havia saído de seu continente de circulação inicial. A disseminação desta arbovirose continuou com grande intensidade, alcançando a Índia, em 2006 (WEAVER, 2014). De acordo com estudos de REZZA e col., (2007), houve um surto na

província de Ravenna, localizada na região nordeste da Itália com mais de 200 casos confirmados em 2007. A transmissão ocorreu, porque lá havia imigrantes que tinham sido infectados no seu país de origem, a Índia. Outro fator que facilitou a rápida expansão da doença foi que naquela região havia alta densidade de *Ae. albopictus*. No ano de 2010, na França, houve três casos desta arbovirose, também transmitidos pelo *Ae. albopictus* (GOULD e col., 2010). Nas Américas, o primeiro registro de transmissão autóctone de chikungunya foi confirmado em 2013, nas Ilhas de São Martinho, no Caribe, enquanto que, em 2014, ocorreram os primeiros casos autóctones da doença no Brasil, nas cidades do Oiapoque, Amapá e Feira de Santana, na Bahia (NUNES e col., 2015).

De acordo com o boletim epidemiológico do Ministério da Saúde (2017) até a última semana epidemiológica, foram registrados 185.605 casos prováveis e 168 óbitos por chikungunya confirmados laboratorialmente. Este número representa uma queda na quantidade de casos em relação ao ano de 2016, quando foram registrados 277.882 casos prováveis (SVS - MS, 2017)

1.2.3 Zika

Assim como o vírus dengue, o vírus Zika é classificado como um *Flavivirus* da família Flaviviridae. Foi detectado primeiramente em macacos, em 1947, na floresta de Ziika, em Uganda, na África, de onde originou o nome do vírus (DICK e col., 1952). Anos mais tarde, MACNAMARA e col. (1952) comprovaram a infecção de três pacientes pelo vírus na Nigéria. A partir daí a doença foi registrada nos continentes Africano, Asiático e nas Américas, mas de uma forma mais branda. O principal surto de Zika ocorreu na Ilha Yap, na Micronésia, em 2007, onde foram identificados 185 pacientes infectados com este arbovírus (KINDHAUSER e col., 2016). No decorrer dos anos, o vírus foi expandindo sua distribuição, chegando, em 2013, na Polinésia Francesa. Dentro de um ano, foram registrados cerca de 28.000 casos desta doença no país (MUSSO e col., 2014).

Os primeiros registros de Zika nas Américas ocorreram no Brasil, em 2015, quando o diagnóstico dessa arbovirose foi confirmada em pacientes dos estados do Rio Grande do Norte e da Bahia. Inicialmente, a doença foi chamada de síndrome exantemática, mas, em seguida, houve sua confirmação laboratorial (CAMPOS, BANDEIRA, SARDI, 2015; ZANLUCA e col., 2015). Segundo estudos sobre a filogenia do vírus encontrado no Brasil, acredita-se que a entrada do ZIKV no país tenha ocorrido durante um campeonato de

canoagem, onde estavam presentes atletas vindos de países que já tinham a circulação desse arbovírus (MUSSO, 2015; ZANLUCA, 2015).

O ZIKV é transmitido principalmente pela picada de fêmeas infectadas de mosquitos do gênero *Aedes* (GRARD e col., 2014), porém, existe um agravamento em relação a esta doença, pois foram registrados casos de transmissão sexual desse vírus. FOY e col. (2011) observaram esta situação em dois pacientes que viajaram para o Senegal em 2008: ambos foram infectados com o ZIKV, regressaram para o local de origem, Estado do Colorado, nos Estados Unidos, onde, pouco tempo depois, um deles transmitiu o vírus sexualmente para o cônjuge, que não havia estado no local da infecção pelo vírus (FOY e col., 2011).

De acordo com o Ministério da Saúde (2017), a Zika apresenta sintomas semelhantes aos da dengue, como dor de cabeça, manchas vermelhas na pele, febre e dores nas articulações. Algumas complicações dessa arbovirose surgiram e, após diversas análises, confirmou-se que o vírus Zika pode causar a síndrome de Guillain-Barré (CAO-LORMEAU e col., 2016; MS, 2017). Esta síndrome foi detectada durante um surto de Zika na Polinésia Francesa, por meio da confirmação sorológica de 42 pacientes que estavam infectados. Esta síndrome afeta a função motora e provoca fraqueza generalizada do indivíduo (CAO-LORMEAU e col., 2016).

Outro agravamento da infecção está relacionado à síndrome congênita do ZIKV, ocasionando à malformação neurológica em recém-nascidos, cujas mães foram infectadas pelo vírus ainda no período de gestação. Testes realizados em ratos e análises feitas com o líquido amniótico de duas pacientes, que tiveram o diagnóstico de microcefalia em seus fetos, confirmaram que a cepa do vírus Zika encontrado no Brasil pode causar essa anomalia (CUGOLA e col., 2016; CALVET e col., 2016). A transmissão ocorre quando o ZIKV infecta o feto, atravessando a barreira placentária (CALVET e col., 2016) e a confirmação dessa via de infecção deu-se por meio do isolamento do vírus em tecidos cerebrais de um bebê acometido por essa síndrome congênita (DRIGGERS e col., 2016; MARTINES e col., 2016).

A secretaria de vigilância de saúde do Ministério da Saúde (2017) confirmou o registro de mais de 17 mil casos prováveis e dois óbitos pela infecção do vírus Zika, apresentando uma queda em relação aos dados do ano de 2016, quando foram registrados 216.207 casos prováveis e oito óbitos (SVS - MS, 2017).

1.2.4. Febre amarela

A febre amarela é uma arbovirose que possui dois ciclos de transmissão, o silvestre e o urbano. No ciclo silvestre, os responsáveis pela transmissão são os mosquitos do gênero *Haemagogus* e *Sabethes*. Estes mosquitos infectam macacos, sendo o homem um hospedeiro acidental, quando adentra florestas. O ciclo urbano ocorre por meio da picada de mosquitos do gênero *Aedes*, que entram em contato com pessoas infectadas e acabam transmitindo o mesmo vírus encontrado nas matas (FORATTINI, 2002; TAUIL, 2010).

Devido às campanhas feitas pelo médico sanitário Oswaldo Cruz no início do século 20, e com o desenvolvimento da vacina, em 1937, o último caso de febre amarela urbana no Brasil aconteceu em 1942, no estado do Acre. Desde então, apenas casos silvestres têm sido registrados (TAUIL, 2010).

Atualmente, a febre amarela é endêmica em 44 países dos continentes Africano e Sul-Americano. Desde a década de 90, cerca de 200.000 casos de febre amarela surgem a cada ano, com maior ocorrência na África. No Brasil, houve dois surtos da doença entre 2008 e 2009, nos estados de São Paulo e Rio Grande do Sul. A maioria dos casos relatados nestes estados ocorreu em áreas onde a vacinação não era recomendada (ROMANO e col., 2014). Dados mostram que esses números só não foram maiores em virtude da vacinação que, mesmo com complicações, ainda obteve desempenho positivo (WHO, 2013). Em janeiro de 2017, no Espírito Santo, houve um surto de febre amarela silvestre em macacos, com 150 casos fatais. O número de óbitos de primatas não humanos serve como alerta para a expansão da doença ao longo das regiões brasileiras (FERNANDES e col., 2017).

Segundo o Ministério da Saúde (2017), entre dezembro de 2016 e julho de 2017, já foram confirmados 777 casos, com 261 óbitos e 213 casos sob investigação. O número de casos em primatas não humanos tem alcançado números alarmantes, com 5364 casos de epizootias notificadas, 1412 confirmados e mais de 1800 animais sob investigação.

1.3 ASPECTOS QUE MODULAM O CICLO DE VIDA DE *Ae. aegypti* E *Ae. albopictus*.

Como dito anteriormente, *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* possuem o ciclo de desenvolvimento holometábolo e alguns fatores bióticos e abióticos têm capacidade de interferir diretamente no desenvolvimento desses vetores, tanto nas fases imaturas quanto na adulta. Como exemplo de fator biótico, podemos citar a competição larval por alimento e espaço dentro dos criadouros e, como fator abiótico, variações na temperatura desses habitats (DOCILE, 2012).

1.3.1 Competição larval

O ciclo de vida dessas espécies de mosquito acontece em dois habitats diferentes: os estágios imaturos ocorrem no ambiente aquático e a fase adulta no ambiente terrestre (CONSOLI & LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, 1994; FORATTINI, 2002). Durante o desenvolvimento das formas imaturas de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* nos criadouros, frequentemente ocorre a competição por espaço e nutrientes. Este parâmetro está diretamente relacionado à densidade larvária e ao tamanho do criadouro, que podem influenciar no desenvolvimento dos imaturos, afetando diversos fatores da vida adulta, como a competência vetorial, a longevidade e o tamanho do adulto desses mosquitos (ALTO e col., 2008a, ALTO e col., 2008b, REISKIND & LOUNIBOS 2009).

ALTO e col., (2008b) explicitaram por meio de seus experimentos que fêmeas de ambas as espécies com menor tamanho são mais suscetíveis à infecções por DENV-2 quando comparadas às fêmeas maiores. Isso foi visto também por GRIMSTAD e WALKER (1991), que observaram que a limitação de alimento durante o estágio larval de *Aedes triseriatus* levou ao desenvolvimento de fêmeas menores, que tiveram melhores níveis de infecção e transmissão do vírus La Crosse do que fêmeas maiores. Entretanto, JULIANO e col., (2014) sugeriram que fêmeas de *Ae. aegypti* consideradas grandes, coletadas durante um surto de dengue no Rio de Janeiro em 2008, apresentaram níveis elevados de infecção pelo vírus, provocando o aumento no número de casos registrados pela doença.

A longevidade durante a fase adulta é outro aspecto da biologia destes mosquitos que pode sofrer interferência de acordo com as condições do ambiente do desenvolvimento larval.

Estudos mostraram que fêmeas de *Ae. aegypti* com maior tamanho são mais longevas em relação às fêmeas menores (REISKIND & LOUNIBOS 2009). Além disso, REISKIND & LOUNIBOS (2009) evidenciaram que o tamanho da fêmea produzida em ambientes com competição intraespecífica tem forte interferência na resistência à dessecação para *Ae. aegypti*. Já SERPA e col., (2008) observaram, por meio da avaliação da competição sob baixa, intermediária e alta densidades larvárias, que fêmeas provenientes de tratamento com menor número de larvas apresentam tamanho maior em relação às fêmeas oriundas de tratamento com grande quantidade larval. A competição de alta densidade provoca um déficit na disponibilidade de nutrientes, explicando a geração de adultos menores (GAMA e col., 2005).

Outra característica importante da biologia destes insetos vetores que pode ser influenciada pela variação do tamanho é a fecundidade. Após testes com a espécie *Ae. triseriatus*, HARAMIS (1983) evidenciou que fêmeas maiores apresentam maiores taxas de sobrevivência, obtêm maior êxito no repasto sanguíneo e, por fim, demonstram maior potencial de reprodução. Isto foi relatado também em fêmeas pequenas de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus*, que tiveram necessidade de mais de uma alimentação sanguínea para aumentarem a fecundidade. A necessidade de se alimentar diversas vezes fez com que estas fêmeas procurassem vários hospedeiros vertebrados, aumentando a possibilidade de disseminação de doenças (FARJANA, TUNO, 2012). Por outro lado, BRIEGEL (1990) mostrou que fêmeas de *Ae. aegypti* com maior tamanho ingerem uma quantidade de sangue duas vezes maior e, em seguida, quadruplicam o número de ovos produzidos em relação as fêmeas com tamanho inferior.

De acordo com estudos que avaliaram os efeitos da competição interespecífica entre ambas as espécies, *Ae. albopictus* é um competidor superior ao *Ae. aegypti*, prevalecendo nos criadouros com maior densidade sob condições de laboratório e campo (JULIANO, 1998; BRAKS e col., 2004; MARTINS e col., 2010; ALTO, BETTINARDI E ORTIZ, 2015; CAMARA e col., 2016). No entanto, parece que *Ae. aegypti* apresentou maior sucesso quando competiu com fêmeas de *Ae. albopictus* sob densidade intermediária de competição (SERPA e col., 2008).

1.3.2 A temperatura como fator relevante na biologia dos *Aedes*

As mudanças climáticas têm papel fundamental na dinâmica de transmissão de patógenos por insetos vetores. A temperatura é um parâmetro abiótico que interfere significativamente no desenvolvimento dos vetores durante a fase larval, alterando o tempo de emergência dos adultos, as taxas de fecundidade, fertilidade, oviposição, hematofagia e transmissão de arbovírus, como o dengue (CALADO & NAVARRO-SILVA, 2002; ALTO, BETTINARDI, 2013; GALATI e col., 2015). Alterações no clima devido ao aquecimento global sugerem também o desaparecimento de algumas espécies de vetores de arbovírus de determinadas regiões ou a migração para novas áreas geográficas (ESCOBAR e col., 2016).

Estudos demonstraram que, no verão, as temperaturas elevadas levam à produção de um número maior de ovos viáveis e ao aumento da velocidade de desenvolvimento da larva até o adulto, favorecendo a replicação viral no mosquito e potencializando a colonização de *Ae. albopictus* em novas áreas (ALTO & JULIANO, 2001; CALADO & NAVARRO-SILVA, 2004). MOHAMMED & CHADEE, (2011) evidenciaram que as mudanças climáticas possuem valor relevante no desenvolvimento de *Ae. aegypti*, o que acarreta no aumento do tamanho dos adultos e na maior adaptação às mudanças bruscas de temperatura, causando também uma diminuição no período de incubação extrínseca para patógenos.

CALADO & NAVARRO-SILVA, (2002) observaram que a 25°C e 30°C, *Ae. albopictus* apresentou elevadas taxas de fecundidade e fertilidade, enquanto que em temperaturas mais amenas, como 15°C e 20°C, cerca de 50% dos ovos obtidos estavam inférteis. Isso mostra que as temperaturas mais baixas foram um fator limitante para a ocorrência de ovos férteis. Contudo, MAJO, MONTINI & FISHER, (2016) observaram altas taxas de eclosão de ovos de populações de *Ae. aegypti* da Argentina sob temperaturas médias entre 14°C e 15°C. Além disso, os autores também verificaram que, nessa faixa de temperatura, estes exemplares apresentaram menor tempo de desenvolvimento larval e taxas de sobrevivência consideravelmente maiores em comparação com estudos previamente realizados (MAJO, MONTINI, FISCHER, 2016).

As alterações do clima são fatores cruciais no ciclo de vida do *Ae. aegypti*. De acordo com MARINHO e col. (2016), que acompanharam o desenvolvimento completo, do ovo à fase adulta, sob temperaturas extremas, ou seja, muito baixas ou elevadas, há uma queda significativa nas taxas de fecundidade e longevidade das fêmeas de *Ae. aegypti*. Outro estudo mostrou que populações de *Ae. aegypti* do Estado da Paraíba apresentam uma faixa térmica

ótima de desenvolvimento entre 22°C e 32°C (BESERRA e col., 2009). Em fêmeas de *Ae. albopictus*, foi visto que variações na temperatura também têm forte influência no desenvolvimento. À 15°C, por exemplo, já foi observada elevada sobrevivência e ciclo gonotrófico mais longo em fêmeas de *Ae. albopictus*. Já sob temperaturas de 25°C e 30°C, essas fêmeas realizaram mais repastos sanguíneos e apresentaram menor intervalo entre a hematofagia e a oviposição (DELATTE e col., 2009).

A temperatura do criadouro também influencia diretamente alguns aspectos da fase adulta do mosquito. Segundo WESTBROOK e col., (2010), fêmeas de *Ae. albopictus* originadas sob a temperatura de 18°C no criadouro apresentam tamanho corporal, longevidade e susceptibilidade à infecção por CHIKV maiores. Esses resultados podem explicar alguns surtos de chikungunya que ocorreram em países europeus, pois são locais de temperaturas mais baixas, que facilitam a manutenção e proliferação do *Ae. albopictus* (REZZA e col., 2007; GOULD e col., 2010).

1.4 RITMOS CIRCADIANOS

A garantia da sobrevivência dos organismos vivos no planeta Terra está diretamente relacionada a alguns fatores importantes, sendo um deles a resposta dada pelos seres vivos aos efeitos gerados por diversas variáveis encontradas no ambiente, como mudanças na temperatura e na luminosidade. Estas respostas devem ser apresentadas em conformidade com determinadas fases dos ciclos ambientais (PITTENDRIGH, 1960).

Inicialmente, a interpretação dada a essas respostas apresentadas pelos seres vivos frente às oscilações ambientais era a de um fenômeno passivo e simples. Entretanto, experimentos realizados a partir do século XVIII começaram a sugerir o envolvimento de um mecanismo interno de controle desses ritmos. Em 1729, o astrônomo francês Jean Jacques d'Ortous de Mairan demonstrou pela primeira vez, por meio de um experimento simples, que o ritmo de atividade de um ser vivo é independente dos ciclos ambientais. Em seu experimento, o astrônomo utilizou uma planta da espécie *Mimosa pudica*, que normalmente tem a atividade de abertura de seus folíolos na fase clara e os fecha na fase escura do dia (**Figura 1**). Para garantir que a *M. pudica* não dependia do ciclo claro/escuro para executar essa atividade, de Mairan inseriu a planta numa câmara isolada de qualquer luminosidade e, após um tempo, observou que ela manteve seu ritmo de abrir suas folhas durante o dia e fechá-las ao anoitecer. Assim, de Mairan demonstrou que os organismos possuem

mecanismos endógenos que controlam suas atividades, e que estes não são alterados na ausência de alguns indicadores ambientais, como a luz (MOORE-EDE e col., 1982; ROTENBERG e col., 1997).

Figura 1 - Esquema apresentando o experimento com a planta *Mimosa pudica* feito por de Mairan.
 Fonte: <http://etologia-no-dia-a-dia.blogspot.com.br/2014/03/cronobiologia-e-sua-influencia-no-nosso.html>

Algumas décadas mais tarde, em 1759, um cientista chamado Duhamel Du Monceau realizou um experimento similar, só que, dessa vez, com temperatura controlada, pois ainda restava a dúvida se o movimento de abrir e fechar dos folíolos da planta *M. pudica* era influenciado pela variação diária da temperatura. Novamente, foi comprovado que os mecanismos endógenos não dependiam de fatores ambientais externos, pois os folíolos e pedicelos da planta continuaram com o mesmo ritmo de atividade diário, mesmo na ausência da luz e sob temperatura constante (MOORE-EDE e col., 1982).

Já em 1835, o botânico Augustin de Candolle, em novo experimento com *M. pudica*, demonstrou que, apesar de manter seu ritmo de atividade de abrir seus folíolos e pedicelos

durante o dia e fechá-los durante a noite, mesmo na ausência de luz e temperatura constante, a planta mostrava esse padrão de atividade de movimentação foliar ocorrendo cerca de uma ou duas horas mais cedo a cada dia (MOORE-EDE e col., 1982). Dessa forma, foi demonstrado que quando o mecanismo endógeno não está em sincronia com um ciclo externo de claro/escuro de 24h, ele exibe sua própria periodicidade.

A partir daí muitos outros experimentos foram realizados, sempre apontando para a existência de um mecanismo endógeno regulador dos ritmos biológicos diários. Esse mecanismo foi denominado Relógio Circadiano (do latim *circa*=cerca de e *diem* =dia).

Atualmente, é bem conhecida a existência de um relógio circadiano endógeno, que controla os ritmos biológicos diários da maioria dos seres vivos. O relógio circadiano apresenta três propriedades principais:

(1) Sincronização com os indicadores ambientais de passagem de tempo. Estes indicadores são conhecidos como *Zeitgebers*, palavra alemã que significa “doador de tempo”, e podem ser, principalmente, abióticos, como variações na luminosidade e na temperatura, ou bióticos, como o alimento (MARQUES & MENNA-BARRETO 1997; MOORE-EDE e col., 1982). Tais indicadores de passagem de tempo possuem papel crucial no ajuste dos ritmos circadianos a um período de 24 horas (MARQUES & MENNA-BARRETO, 2003; AMORETTY e col., 2013);

(2) Persistência em livre curso. É o fato de mesmo isolado de indicadores ambientais, o relógio circadiano continua a se expressar, porém com período um pouco maior ou um pouco menor de 24 horas. Esse período endógeno é representado pela letra grega τ (tau) (MARQUES & MENNA-BARRETO 1999);

(3) Compensação térmica. Essa propriedade possibilita que o relógio circadiano mantenha seu período endógeno (*tau*) constante, mesmo com mudanças externas na temperatura (MARQUES & MENNA-BARRETO, 2003).

As bases moleculares do relógio circadiano foram inicialmente elucidadas por experimentos realizados com moscas do gênero *Drosophila*. De acordo com estudos de KONOPKA & BENZER (1971), realizados com a espécie *Drosophila melanogaster*, diversos genes regulam o relógio circadiano e após a exposição de grupos de indivíduos dessa espécie à mutagênicos químicos, percebeu-se a ocorrência de mutações num mesmo locus e consequentemente a interferência de aspectos do comportamento nas linhagens que sofreram a mutação. Após a exposição aos mutagênicos, identificou-se três linhagens de mutantes: uma linhagem apresentou o período de livre-curso de atividade de 19 horas, a outra mostrou um

período maior que 24 horas (29 horas) e a terceira linhagem mutante apresentou espécimes com um padrão de atividade arritmico. Importante ressaltar que linhagens selvagens dessa espécie possuem padrão de atividade diário de 24 horas (HELFRICH-FORSTER 2000; AMORETTY, 2013).

Até os dias de hoje, a espécie *D. melanogaster* é muito utilizada como modelo para a compreensão da expressão dos genes no funcionamento do relógio circadiano de muitos insetos vetores, como flebotomíneos e culicídeos (HARDIN, 2005; MEIRELES-FILHO e col., 2006; LIMA-CAMARA e col., 2011). Os insetos executam suas atividades diárias, como alimentação, cópula, oviposição, entre outras, durante certos momentos do dia, o que facilita o encontro dos indivíduos de uma espécie no tempo e no espaço (SAUNDERS, 2002). A compreensão dessas atividades torna-se de suma importância, pois auxilia na compreensão da dinâmica da transmissão de patógenos por insetos vetores. A avaliação da atividade locomotora em mosquitos vetores contribui para melhor compreensão do seu comportamento, construindo novas técnicas de controle desses vetores.

1.5 ALTERAÇÕES NA ATIVIDADE LOCOMOTORA DOS VETORES

Além das variações de temperatura e a competição intra/interespecífica durante a fase larval afetarem o desenvolvimento e a vida adulta de *Ae. aegypti* e de *Ae. albopictus*, outros fatores podem ter efeito na atividade locomotora dessas espécies, como a alimentação sanguínea, a inseminação e a presença de vírus no mosquito (LIMA-CAMARA e col., 2011, 2013, 2014).

Com relação à inseminação e o repasto sanguíneo, estudos de LIMA-CAMARA e col., (2014) demonstraram que estes fatores podem influir diretamente na atividade locomotora de ambas as espécies. Foram testados três estados fisiológicos: fêmeas inseminadas, apenas alimentadas e o conjunto destes fatores. Observou-se que a atividade locomotora das fêmeas de *Ae. aegypti* foi reduzida nos três estados fisiológicos. De fato, a redução da atividade locomotora em fêmeas de *Ae. aegypti* alimentadas com sangue mostrou envolver também alguns genes controladores do relógio circadiano (GENTILE e col., 2013).

Nas fêmeas de *Ae. albopictus* houve redução da atividade apenas quando os espécimes encontravam-se inseminadas e alimentadas com sangue. Resultados similares foram observados por JONES (1981), que observou redução na atividade de voo de fêmeas inseminadas de *Ae. aegypti* em comparação com as virgens. Fêmeas de *Ae. aegypti* também

apresentam redução na atividade locomotora quando injetadas com extrato de glândulas acessórias de machos co-específicos e de *Ae. albopictus*, mostrando o efeito da inseminação na redução da atividade locomotora dessa espécie (LIMA-CAMARA e col., 2013).

Agentes patogênicos também podem causar alterações nas atividades de mosquitos adultos. Por exemplo, LIMA-CAMARA e col., (2011) verificaram que fêmeas de *Ae. aegypti* infectadas com o sorotipo DENV-2 do vírus dengue apresentam um aumento de até 50% na atividade locomotora quando comparadas com fêmeas não infectadas da mesma espécie. Estudos recentes têm apontado a utilização de cepas da bactéria *Wolbachia pipientis* como uma excelente ferramenta para o controle biológico. Esta bactéria bloqueia a circulação dos patógenos como os vírus DENV, ZIKV, CHIKV e o vírus amarelo no inseto vetor, impedindo a transmissão para o homem (WALKER e col., 2011; HURK e col., 2012; ALIOTA e col., 2016). EVANS e col. (2009) observaram que a infecção de fêmeas de *Ae. aegypti* com a bactéria *Wolbachia pipientis* ocasionou um aumento do metabolismo e da atividade locomotora dessa espécie de mosquito. Importante citar que esta bactéria é encontrada naturalmente em algumas espécies de mosquitos, como *Culex pipiens* e *Ae. albopictus* (RASGON & SCOTT, 2003; TSAI e col., 2004).

A dinâmica de transmissão de arbovírus envolve, dentre vários fatores, a relação entre os vetores e seus hospedeiros vertebrados. Por isso, a compreensão aprimorada das fontes alimentares dos mosquitos, dos padrões de atividade diária e da interação junto ao ambiente onde essas espécies se desenvolvem, possibilita um melhor direcionamento para melhores métodos de monitoramento e controle desses vetores (THOMPSON, PEARCE, RAMEY, 2017).

2. OBJETIVOS

2.1– OBJETIVO GERAL

- Analisar os efeitos da competição intraespecífica e da temperatura na atividade locomotora de fêmeas virgens de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus*, em condições de laboratório.

2.2 - OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Comparar o tamanho das fêmeas de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* oriundas de criadouros com baixa e alta competição intraespecífica;

- Avaliar o efeito da competição intraespecífica na atividade locomotora de fêmeas virgens de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus*, sob regime de 12 horas de claro e 12 horas de escuro, a 25°C.

- Analisar o padrão da atividade locomotora de fêmeas virgens de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus*, sob regime de 12 horas de claro e 12 horas de escuro, sob diferentes temperaturas (20°C, 25°C e 30°C).

3. MATERIAL E MÉTODOS

Todos os experimentos foram realizados no Laboratório de Entomologia em Saúde Pública da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo. Para os experimentos de competição e atividade locomotora, foram utilizados ovos de colônias de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* oriundas do Núcleo Operacional Sentinela de Mosquitos Vetores (NOSMOVE), da FIOCRUZ-RJ.

3.1 COMPETIÇÃO LARVAL

Para o experimento de competição intraespecífica, larvas de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* foram criadas sob condições de alta (100 larvas – 100L) e baixa (20L) densidades. Para isso, foram utilizadas 14 bacias, com medidas de 13 cm de largura, 13 cm de comprimento e 5 cm de altura, preenchidas com 500 ml de água e 0,2 g de ração para peixes Tetramin®. Este experimento foi repetido três vezes.

A eclosão dos ovos de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* foi realizada em uma bacia para cada espécie, contendo 1 litro de água e, aproximadamente, 0,1 g de ração Tetramin®. Vinte e quatro horas após a eclosão dos ovos, as larvas L1 de ambas as espécies foram separadas nas 14 bacias, sendo quatro bacias com 20 larvas L1 para cada espécie (total de 8 bacias de baixa densidade) e três bacias com 100 larvas L1 para cada espécie (total de 6 bacias de alta densidade).

O desenvolvimento das formas imaturas de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* foi acompanhado diariamente, num período de 20 dias, e todas as pupas formadas foram individualizadas em borreis até a emergência dos adultos (**Figura 2**). Após a emergência, todas as fêmeas virgens foram colocadas em gaiolas identificadas pelas densidades (**Figura 3**).

Figura 2: Pupas de *Ae. aegypti* individualizadas nos borreiros para obtenção de fêmeas virgens posteriormente. Foto: *Urbiniatti, P.R., (2017)*.

Figura 3: Gaiola identificada pela densidade onde os adultos foram acondicionados. Foto: *Urbiniatti, P.R., (2016)*.

3.2 VERIFICAÇÃO DO COMPRIMENTO DAS ASAS

Após a realização da atividade locomotora, o tamanho das fêmeas foi determinado por meio da medição da asa direita, com lâmina milimetrada e auxílio de um microscópio estereoscópico, de acordo com o método descrito por PACKER e CORBET (1989) (**Figura 4**). Um total de 576 fêmeas passou pela análise da atividade locomotora, mas 564 fêmeas foram medidas, devido à inviabilização de alguns espécimes.

Figura 4: Medição da asa com auxílio da lupa estereoscópica e lâmina milimetrada. Foto: *Ribeiro, SS, 2015*.

3.3 ANÁLISE DA ATIVIDADE LOCOMOTORA DE FÊMEAS ORIUNDAS DE COMPETIÇÃO COM DIFERENTES DENSIDADES

Após a etapa de competição intraespecífica, foi realizado o experimento de análise da atividade locomotora de fêmeas virgens de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus*. Com o auxílio de um capturador de Castro, as fêmeas foram retiradas das gaiolas identificadas por espécie e densidade e colocadas no refrigerador por alguns minutos para que elas fossem anestesiadas (**Figura 5**). Em seguida, estas fêmeas foram manipuladas sobre mesa fria, com o auxílio de pinças, para a inserção nos tubos de atividade, com 10 cm de comprimento e 0,9 mm de diâmetro (**Figura 6**).

Figura 5: Retirada das fêmeas de *Ae. aegypti* da gaiola com o auxílio do capturador de Castro. Foto: *Urbiniatti, P.R., (2017).*

Figura 6: Tubo de atividade com algodão embebido em solução açucarada e vedado em ambos os lados com Parafilm, contendo uma fêmea de *Ae. aegypti*. Foto: *Urbiniatti P.R., (2017).*

Esses tubos foram inseridos em unidades dispostas nas placas de monitoramento (**Figura 7**). Cada tubo foi fechado com Parafilm em ambas as extremidades, sendo que, em uma delas, havia um algodão embebido com solução açucarada 15%, para a alimentação dos mosquitos ao longo do experimento.

A análise dos padrões de atividade locomotora das fêmeas de ambas as espécies ocorreu em uma versão maior e adaptada do Monitor de Atividade de *Drosophila* (TriKinetics, Waltham, Massachusetts, USA). Os monitores de atividade foram colocados dentro da incubadora (**Figura 8 A e B**), com fotoperíodo e temperatura controlados, e conectados a um computador por cabos. Para a quantificação da atividade, o programa “DAM System Data Collection” foi utilizado, e registrou, em intervalos de meia hora, o número de vezes que cada mosquito atravessou o feixe de luz infravermelho localizado no meio dos tubos.

Foram utilizados seis monitores contendo 32 unidades/tubos, totalizando 192 mosquitos. A atividade locomotora foi avaliada durante 4 dias sob regime de 12 horas de claro e 12 horas de escuro (CE 12:12), à 25°C.

Foram realizados três experimentos de atividade locomotora de fêmeas de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* oriundas de competição com baixa e alta densidades. Em cada experimento, foram utilizadas, para cada espécie, 32 e 64 fêmeas provenientes de competição de baixa e alta densidade, respectivamente.

Figura 7: Inserção dos tubos nas placas de monitoramento da atividade locomotora. Foto: *Urbiniatti P.R.*, 2017.

Figura 8: (A) - Fêmeas virgens de *Ae. aegypti* inseridas nos tubos colocados na placa de monitoramento. (B) - Incubadora com as placas acondicionadas para o experimento. Foto: *Urbiniatti, P. R.*, 2017.

3.4 ATIVIDADE LOCOMOTORA SOB DIFERENTES TEMPERATURAS

Para avaliar o efeito da temperatura na atividade locomotora de fêmeas virgens de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus*, foram testadas três temperaturas distintas: 20°C, 25°C e 30°C, sob regime de 12 horas claro e 12 horas escuro. Foram utilizadas 64 fêmeas para cada espécie e a atividade foi avaliada ao longo de 4 dias, em cada temperatura. Foram realizados dois experimentos para cada temperatura testada.

Para que a competição não fosse fator relevante neste experimento, foi padronizado a criação de larvas. 200 ovos de ambas as espécies foram colocados para eclodir em recipientes contendo 1L de água e ração para peixes Tetramin® (aproximadamente 1 larva/5 ml de água). Após a eclosão dos ovos, as larvas foram acompanhadas diariamente nesses mesmos recipientes. Ao alcançarem o estágio de pupa, todas foram individualizadas em borreiros para que fossem separadas apenas as fêmeas virgens. Em seguida, essas fêmeas foram colocadas em gaiolas identificadas por espécie, e estas deixadas dentro da incubadora por, pelo menos, dois dias, com o mesmo fotoperíodo e temperatura que seriam utilizados no experimento.

A organização das fêmeas virgens nos tubos de atividade e consequente avaliação nos monitores seguiram os mesmos procedimentos descritos no experimento anterior.

3.5 ANÁLISE DOS DADOS

Os dados obtidos durante o experimento foram visualizados e tabulados em planilhas do programa Excel. A média geométrica de Williams foi utilizada para análise dos dados e construção dos gráficos.

Os gráficos apresentam os períodos de fotofase (colunas brancas) e de escotofase (colunas cinza). O período de fotofase iniciava às 07h00 min e a escotofase às 19h00 min. Para a análise estatística utilizamos o programa SPSS versões 17 e 21.

Para a comparação dos tamanhos das asas das fêmeas de cada espécie nos experimentos de competição, utilizamos o teste não-paramétrico de Man-Whitney. Já para a análise de todos os experimentos de atividade locomotora, foram avaliados os seguintes parâmetros: (1) média total do experimento; (2) média diurna, ou seja, apenas a atividade registrada durante os períodos de fotofase; (3) média noturna, ou seja, apenas a atividade registrada durante os períodos de escotofase; (4) média de *light-on*, que representava apenas o horário quando acendiam as luzes; (5) média de *light-off*, representada pelo momento do

apagar das luzes; (6) média diurna sem o *light-on*, isto é, a média diurna sem o momento do acender das luzes; e (7) média noturna sem o *light-off*, que foi representada pelo período da escotofase sem o momento do apagar das luzes. Os métodos estatísticos empregados para comparação entre experimentos e tratamentos (densidades ou temperaturas) foram o Teste T e a análise ANOVA multifatorial ($p < 0.5$).

4. RESULTADOS

4.1 TAMANHO DAS ASAS DE FÊMEAS VIRGENS DE *Aedes aegypti* E *Aedes albopictus*

A competição intraespecífica por nutriente e espaço nos recipientes foi observada até a emergência dos adultos. O tamanho das fêmeas virgens emergidas de ambas as espécies foi avaliado por meio da medição da asa direita de cada espécime. A **Tabela 1** mostra as médias das asas de fêmeas de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus*, sob baixa (20L) e alta (100L) densidades, nos três experimentos realizados.

Tabela 1. Tamanho médio das asas de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* sob diferentes densidades de competição. Laboratório de Entomologia em Saúde Pública-FSP/USP/SP, 2017.

	Densidades	Média Asa (mm)		
		<i>Ae. aegypti</i>	<i>Ae. albopictus</i>	
EXPERIMENTO 1	Baixa (20L)	3.57	3.26	p < 0,001
	Alta (100L)	3.19	3.00	
EXPERIMENTO 2	Baixa (20L)	3.34	3.15	p < 0,001
	Alta (100L)	2.73	2.84	
EXPERIMENTO 3	Baixa (20L)	3.50	3.20	p < 0,001
	Alta (100L)	2.89	2.83	

Para *Ae. aegypti*, em todos os experimentos, as fêmeas provenientes do tratamento de baixa densidade apresentaram tamanho médio das asas significativamente superior ao das fêmeas oriundas do tratamento com alta densidade (**Tabela 1**). Destacam-se o maior tamanho médio observado para competição de baixa densidade no 1º experimento de 3,57 mm e o menor tamanho médio encontrado para alta densidade larvária no 2º experimento de 2,73 mm.

Resultado similar foi observado em *Ae. albopictus*, com as fêmeas oriundas de competição com baixa densidade apresentando asas significativamente maiores do que as fêmeas que se desenvolveram sob competição com alta densidade (**Tabela 1**). O maior tamanho médio observado para baixa densidade foi de 3,26 mm no 1º experimento e o menor tamanho ocorreu no 3º experimento para alta densidade larvária com 2,83 mm.

A **Figura 9** apresenta graficamente as médias das asas de fêmeas virgens de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus*, que se desenvolveram sob baixa e alta densidades larvárias, em três experimentos realizados. Nos três experimentos, o tamanho das asas das fêmeas oriundas de

competição com baixa densidade larvar é superior ao das fêmeas provenientes de competição com alta densidade larvar, para ambas as espécies (**Figura 9**).

Figura 9: Boxplots das médias do tamanho das asas de fêmeas de (A) *Ae. aegypti* e (B) *Ae. albopictus*, que se desenvolveram sob baixa e alta densidade de competição larvária.

4.2 - ATIVIDADE LOCOMOTORA DE FÊMEAS VIRGENS DE *Aedes aegypti* E *Aedes albopictus* ORIUNDAS DE COMPETIÇÃO COM BAIXA E ALTA DENSIDADES

Após a emergência dos adultos de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus*, oriundos de criadouros com baixa e alta competição intraespecífica, fêmeas virgens de ambas as espécies tiveram a atividade locomotora avaliada em condições de laboratório, sob regime de 12 horas de claro e 12 horas de escuro à 25°C.

As análises da atividade locomotora geraram gráficos que apresentam a média de movimentação das fêmeas ao longo de 4 dias. As colunas em cor cinza representam a escotofase, ou fase escura, enquanto as colunas brancas representam a fotofase, ou fase clara. O primeiro dia do experimento, quando houve a inserção dos mosquitos nos monitores de atividade, que foram acondicionados dentro da incubadora foi descartado da análise, para evitar qualquer influência de estresse da manipulação. A partir do dia seguinte ao início do experimento, contou-se quatro dias de atividade, registrando os dados de todos os espécimes.

A análise da atividade locomotora das fêmeas de *Ae. aegypti* de ambas as densidades apresentou padrão de atividade diurna e bimodal, com maior atividade no período diurno, principalmente na segunda metade da fase clara, e picos no acender e no apagar das luzes. A atividade noturna foi bastante reduzida em comparação à diurna em ambos os grupos. Não houve diferença significativa nas Médias Total ($t=-0,2419$ $p=0,809$), Diurna ($t=-0,6248$ $p=0,533$), Noturna ($t=-0,6465$ $p=0,519$), *light-on* ($t=-0,5408$ $p=0,590$), Diurna sem *light-on* ($t=-0,6171$ $p=0,538$), Noturna sem *light-off* ($t=-0,9912$ $p=0,323$) entre ambos os grupos, ocorrendo apenas na média *light-off* ($t=-3,0103$ $p=0,003$) (**Figura 10**).

Figura 10: Atividade locomotora de fêmeas virgens de *Ae. aegypti* oriundas de competição com baixa (Azul escuro) e alta (Azul claro) densidades. O erro padrão é representado pelas linhas tracejadas.

Similarmente, em relação à atividade locomotora de *Ae. albopictus*, a competição em diferentes densidades na fase larval também pareceu não influenciar na atividade locomotora da fêmea. Foi observado, para ambos os grupos, um padrão de atividade diurna e bimodal, com picos menores no acender das luzes e mais acentuados ao apagar das luzes. Enquanto a atividade diurna foi mais marcante próximo à fase clara, a atividade noturna foi reduzida. Não houve diferença significativa entre os grupos para as médias avaliadas, incluindo as Médias

Total ($t= 0,1617$ $p= 0,872$), Diurna ($t= 0,5370$ $p= 0,592$) e Noturna ($t=-0,1508$ $p= 0,880$) (Figura 11).

Figura 11: Atividade locomotora de fêmeas virgens de *Ae. albopictus* oriundas de competição com baixa (vermelho) e alta (preto) densidades. O erro padrão é representado pelas linhas tracejadas.

4.3 – ANÁLISE DA ATIVIDADE LOCOMOTORA DE FÊMEAS VIRGENS DE *Ae. aegypti* E *Ae. albopictus* SOB DIFERENTES TEMPERATURAS (20°C, 25°C E 30°C)

De acordo com os resultados apresentados no gráfico da **Figura 12**, que mostra a atividade locomotora de fêmeas virgens de *Ae. aegypti* sob três diferentes temperaturas (20°C, 25°C e 30°C), houve um padrão diurno e bimodal, com picos no acender e no apagar das luzes para as fêmeas expostas à 25°C e 30°C. Não houve diferenças significantes entre as Médias Total ($t=-0,926$ $p= 0,356$), Diurna ($t=0,746$ $p= 0,457$), *light-on* ($t=-1,930$ $p= 0,055$) e Diurna sem *light-on* ($t= 0,891$ $p= 0,374$) avaliadas entre as fêmeas submetidas às temperaturas de 25°C e 30°C (**Tabela 2**). No entanto, para a atividade locomotora registrada à 20°C, houve um padrão de atividade diurno e unimodal, com atividade diurna, porém com menor amplitude, e pico marcado apenas no apagar das luzes. Entre as três temperaturas testadas, houve diferença estatística na Média Total ($F= 86,9$ $p=0,00$), na Média Diurna ($F= 111,8$ $p=0,00$), na Média Noturna ($F= 19,8$ $p= 0,00$), na Média de *light-on* ($F= 138,5$ $p=0,00$), na média de *light-off*

($F= 59,9$ $p=0,00$), na média Diurna sem *light-on* ($F= 106,8$ $p=0,00$) e na média Noturna sem *light-off* ($F= 14,4$ $p=0,00$) (**Tabela 3**). No gráfico seguinte, a média da atividade locomotora dos 4 dias é representada pelo período de 1 dia, facilitando a observação dos resultados (**Figura 13**).

Figura 12: Atividade locomotora de fêmeas virgens de *Ae. aegypti* submetidas a diferentes temperaturas: 20°C (linha vermelha), 25°C (linha preta) e 30°C (linha verde). O erro padrão é representado pelas linhas tracejadas.

Tabela 2. Comparação das médias da atividade locomotora de fêmeas virgens de *Ae. aegypti* sob cada temperatura.

Comparações Múltiplas								
Temp (°C)	Médias (<i>p</i> -valor)							
	Total	Diurna	Noturna	Light-On	Light-Off	Diurna s/ light-on	Noturna s/ light-off	
20 25	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05		0,87
20 30	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05		<0,05
25 30	0,56	0,68	<0,05	0,91	<0,05	0,58		<0,05

Valores significativos de *p* expressos em negrito.

Tabela 3. Atividade locomotora de fêmeas virgens de *Ae. aegypti* sob ciclos (LD 12:12) com temperaturas distintas^b. Laboratório de Entomologia em Saúde Pública-FSP/USP/SP, 2018.

ATIVIDADE LOCOMOTORA	F ^a	p
TOTAL	86,93	<0,05
DIURNA	111,87	<0,05
NOTURNA	19,83	<0,05
LIGHT-ON	138,55	<0,05
LIGHT-OFF	59,96	<0,05
DIURNA S/ LIGHT-ON	106,79	<0,05
NOTURNA S/ LIGHT-OFF	14,45	<0,05

a: valores apresentaram 2 graus de liberdade. b: Temperaturas: 20, 25 e 30°C.

Figura 13: Média de 1 dia da atividade locomotora de fêmeas virgens de *Ae. aegypti* submetidas a diferentes temperaturas: 20°C (linha vermelha), 25°C (linha preta) e 30°C (linha verde). O erro padrão é representado pelas linhas tracejadas.

Na análise da atividade locomotora de fêmeas virgens de *Ae. albopictus*, verificou-se um padrão diurno e bimodal, com picos no acender e no apagar das luzes em todas as temperaturas testadas. Após a análise estatística, observou-se que apenas as Médias Noturna ($F= 2,16$ $p= 0,118$) e Noturna sem *light-off* ($F= 1,20$ e $p= 0,303$) não apresentaram diferença significativa entre os 3 grupos (**Tabela 4**). Para a Média Total, as 3 temperaturas apresentaram diferença significativa ($F= 11,1$ $p=0,00$). Também foi constatada uma diferença estatística na Média Diurna para todos os experimentos ($F= 16,7$ $p=0,00$), o que pode ser observado nas diferentes amplitudes de atividade na segunda metade do período diurno, onde ocorre a antecipação para a fase escura (**Figura 14**). A média diurna sem *light-on* apresentou diferença para o experimento de 25°C ($F= 14,2$ e $p= 0,00$) (**Tabela 5**). Também houve diferença estatística nas médias de *light-on* ($F= 50,7$ $p= 0,00$) e *light-off* ($F= 19,0$ e $p=0,00$). A média da atividade locomotora dos 4 dias, representada pelo período de 1 dia, também foi avaliada para *Ae. albopictus*, conforme mostra a **Figura 15**.

Tabela 4. Atividade locomotora de fêmeas virgens de *Ae. albopictus* sob ciclos (LD 12:12) com temperaturas distintas^b. Laboratório de Entomologia em Saúde Pública-FSP/USP/SP, 2018.

ATIVIDADE LOCOMOTORA	F ^a	p
TOTAL	11,07	<0,05
DIURNA	16,69	<0,05
NOTURNA	2,16	0,12
LIGHT-ON	50,66	<0,05
LIGHT-OFF	19,03	<0,05
DIURNA S/ LIGHT-ON	14,20	<0,05
NOTURNA S/ LIGHT-OFF	1,20	0,30

a: valores apresentaram 2 graus de liberdade. b: Temperaturas: 20, 25 e 30°C. Valores significativos de *p* expressos em negrito.

Tabela 5. Comparação das médias da atividade locomotora de fêmeas virgens de *Ae. albopictus* sob cada temperatura.

		Comparações Múltiplas						
Temp (°C)		Médias (<i>p</i> -valor)					Diurna s/ light-on	Noturna s/ light-off
		Total	Diurna	Noturna	Light-On	Light-Off		
20	25	<0,05	<0,05	0,28	<0,05	<0,05	<0,05	0,42
20	30	<0,05	<0,05	0,16	<0,05	<0,05	0,5	0,41
25	30	0,26	<0,05	0,99	0,92	0,11	<0,05	0,99

Valores significativos de *p* expressos em negrito.

Figura 14: Atividade locomotora de fêmeas virgens de *Ae. albopictus* submetidas à diferentes temperaturas: 20°C (linha vermelha), 25°C (linha preta) e 30°C (linha verde). O erro padrão é representado pelas linhas tracejadas. Alguns pontos de tempo de leitura da atividade excederam a escala e foram indicados com letras com os seguintes valores: $\alpha = 42,77$; $b = 27,83$.

Figura 15: Média de 1 dia da atividade locomotora total de fêmeas virgens de *Ae. albopictus* submetidas à diferentes temperaturas: 20°C (linha vermelha), 25°C (linha preta) e 30°C (linha verde). O erro padrão é representado pelas linhas tracejadas.

Utilizando o teste ANOVA multifatorial, foram testados os efeitos da espécie, temperatura e interação espécie e temperatura para todas as médias citadas anteriormente. Para a Média Total, não foi observada diferença estatística para a variável espécie, porém houve diferença significativa na temperatura e na interação entre esses dois fatores. A média do momento do acender das luzes (*light-on*) também não apresentou diferença estatística para espécie, mas mostrou diferença estatística na temperatura e na interação entre os fatores. As demais médias apresentaram diferenças significantes entre as variáveis espécie, temperatura e a interação entre os dois fatores (**Tabela 6**).

Tabela 6: Valores de F e *p* (significância), obtidos após análise de variância (ANOVA) multifatorial, utilizada para verificar o impacto das espécies testadas (*Ae. aegypti* e *Ae. albopictus*), das temperaturas avaliadas (20°C, 25°C e 30°C) e da interação entre esses fatores na atividade locomotora observada durante quatro dias de 12 horas de claro e 12 horas de escuro. Laboratório de Entomologia em Saúde Pública-FSP/USP/SP, 2018.

ATIVIDADE LOCOMOTORA	Fatores	F	p
TOTAL	Temperatura ^a	95,061	< <i>0,05</i>
	Espécie ^b	2,553	0,111
	Temperatura * Espécie ^c	39,230	< <i>0,05</i>
DIURNA	Temperatura	132,330	< <i>0,05</i>
	Espécie	87,670	< <i>0,05</i>
	Temperatura * Espécie	62,472	< <i>0,05</i>
NOTURNA	Temperatura	14,349	< <i>0,05</i>
	Espécie	90,285	< <i>0,05</i>
	Temperatura * Espécie	4,073	< <i>0,05</i>
LIGHT-ON	Temperatura	183,337	< <i>0,05</i>
	Espécie	,007	0,931
	Temperatura * Espécie	18,268	< <i>0,05</i>
LIGHT-OFF	Temperatura	74,086	< <i>0,05</i>
	Espécie	141,016	< <i>0,05</i>
	Temperatura * Espécie	8,134	< <i>0,05</i>
DIURNA S/ LIGHT-ON	Temperatura	122,832	< <i>0,05</i>
	Espécie	94,059	< <i>0,05</i>
	Temperatura * Espécie	62,484	< <i>0,05</i>
NOTURNA S/ LIGHT-OFF	Temperatura	9,335	< <i>0,05</i>
	Espécie	74,677	< <i>0,05</i>
	Temperatura * Espécie	3,477	< <i>0,05</i>

a: Fator com 2 graus de liberdade; b: Fator com 1 grau de liberdade; c: interação dos fatores com 2 graus de liberdade. Valores significativos de *p* expressos em negrito e *italico*.

5. DISCUSSÃO

As espécies *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* são vetores de diversos arbovírus que causam doenças de grande importância na saúde pública mundial, como a dengue, Zika, chikungunya e a febre amarela urbana (WEAVER, REISEN, 2010; LIMA-CAMARA, 2016; ESCOBAR, e col., 2016). Na história do combate contra o *Ae. aegypti*, diversos meios de controle foram criados e utilizados para findar o sucesso evolutivo que essa espécie desenvolve até hoje (ZARA e col., 2016). O Brasil é um relevante exemplo nesse combate, pois sempre sofreu com as doenças cujos patógenos são transmitidos por esse vetor. As estratégias de Oswaldo Cruz no início do século XX para controlar a distribuição do *Ae. aegypti*, responsável pelo aumento dos casos de febre amarela urbana no Rio de Janeiro, além de outros esforços nas décadas seguintes, levaram o país ao êxito, sendo declarada pela OMS, em 1955, a erradicação do vetor (BRAGA & VALLE, 2007; TAUIL, 2010). Porém, em meados da década de 70, houve reinfestações deste vetor em várias regiões do Brasil, consolidando sua presença no país (TAUIL, 2001).

De acordo com ZARA e col. (2016), muitas estratégias têm sido desenvolvidas, inovando as ações utilizadas para o controle vetorial. Entretanto, a integração desses métodos deve ocorrer após a investigação minuciosa quanto à segurança e à eficácia dos mesmos. A compreensão das características comportamentais desses vetores, como, por exemplo, a atividade locomotora, daria respaldo no entendimento sobre a dinâmica de transmissão dos arbovírus, bem como no auxílio da criação de métodos mais eficazes de controle destes vetores (DOCILE, 2012; LIMA-CAMARA, 2012). O presente estudo analisou os efeitos de fatores como a competição na fase larval e a temperatura na atividade locomotora de fêmeas adultas de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus*.

Primeiramente, foi avaliado o efeito da competição intraespecífica por alimento e espaço entre as formas imaturas de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* na forma adulta destas espécies. Para ambas as espécies, as fêmeas oriundas de recipientes com baixa competição (20L) exibiram tamanho médio da asa superior ao das fêmeas que se desenvolveram em recipientes com alta competição (100L). Este fator teve maior influência para *Ae. aegypti*, que apresentou maior diferença dos tamanhos entre as densidades. Isto pode indicar uma possível sensibilidade à competição para esta espécie em relação à *Ae. albopictus*.

Alguns estudos já abordaram o impacto que a competição larval pode ter na fase adulta destas espécies. Por exemplo, testando três densidades larvais distintas (baixa,

intermediária e alta), alguns autores já demonstraram que fêmeas de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* originadas de recipientes com menor quantidade de larvas apresentam tamanhos alares maiores do que as oriundas de recipientes com maior densidade larval. Isso ocorre, provavelmente, devido ao déficit de alimento disponível em recipientes com elevado número de larvas (GAMA e col., 2005; SERPA e col., 2008). No trabalho de GRIMSTAD & WALKER (1991), foi observado elevada presença de fêmeas de *Ae. triseriatus* com tamanho inferior quando houve a restrição de alimento durante o desenvolvimento larval. Tais resultados corroboram com os dados obtidos em nossos experimentos.

O tamanho do mosquito adulto pode ter influência em diversos aspectos de sua biologia, como a longevidade, dispersão, fecundidade, competência e capacidade vetorial (ALTO e col., 2008a, ALTO e col., 2008b, REISKIND & LOUNIBOS 2009; NODEN e col., 2015).

Experimentos realizados por NASCI (1986a) mostraram que fêmeas menores de *Psorophora columbiae*, *Ae. atlanticus*, *Ae. vexans* e *Culex salinarius* apresentaram dificuldades durante a atividade de hematofagia, fazendo com que houvesse redução de sua sobrevivência, quando comparadas com fêmeas de tamanho superior. Isso foi confirmado através de experimentos de campo que verificaram maior taxa de paridade em fêmeas de maior tamanho, que também apresentaram maior sucesso no repasto sanguíneo. Em outro estudo de NASCI (1986b) foi observado a mesma situação em fêmeas de *Ae. aegypti*. Após coletas de fêmeas que buscavam o hospedeiro no campo, novamente verificou-se uma elevada taxa de fêmeas com tamanho alar superior que estavam paridas quando comparadas com fêmeas de tamanho inferior.

Resultados semelhantes foram apontados por HARAMIS (1983) que, por meio de experimentos com fêmeas de *Ae. triseriatus* de campo, relatou a presença de elevada quantidade de fêmeas com tamanho superior que também estavam paridas, demonstrando um maior potencial de reprodução em comparação com fêmeas menores. Essa evidência sugere uma contribuição mais efetiva das fêmeas maiores na manutenção da circulação de patógenos no ambiente (HARAMIS, 1983; NASCI, 1986).

BRIEGEL (1990) demonstrou o aprimoramento da capacidade de nutrição entre fêmeas grandes e pequenas de *Ae. aegypti*. Foram realizados experimentos analisando a relação do tamanho do corpo da fêmea e a fecundidade e reservas de energia do mosquito. De fato, fêmeas maiores dobraram o número de repastos sanguíneos e aumentaram de quatro a cinco vezes a produção de ovos em relação às fêmeas menores (BRIEGEL, 1990). Já

PACKER & CORBET (1989) observaram que o tamanho do mosquito está relacionado positivamente com o sucesso reprodutivo. Eles analisaram o comportamento do momento do repasto sanguíneo em fêmeas de *Ae. punctator* e demonstraram que fêmeas com tamanho maior têm maior êxito do que fêmeas menores. Além disso, os autores relataram que o potencial de fecundidade e o número elevado de oviposições mostram que o tempo de sobrevivência foi prolongado de acordo com o aumento do tamanho do corpo do mosquito (PACKER & CORBET, 1989).

De acordo com os experimentos realizados por FARJANA & TUNO (2012), foi verificado um número maior de repastos sanguíneos em fêmeas menores. Este trabalho avaliou a quantidade de vezes em que mosquitos de tamanhos distintos de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* procuravam o hospedeiro para realizarem novos repastos. Uma das possíveis explicações para o aumento de repastos sanguíneos em fêmeas menores foi a elevada quantidade de folículos ovarianos com desenvolvimento incompleto após uma alimentação, sinalizando uma possível necessidade de múltiplas alimentações para o desenvolvimento de todos os folículos, aumentando a fecundidade destas fêmeas. Outra razão para o aumento dos repastos dá-se pelo fato de que fêmeas menores possuem reserva de energia reduzida (FARJANA & TUNO, 2012).

A importância da presença de mosquitos maiores na dinâmica de transmissão de agentes patógenos foi observada também no estudo de JULIANO e col. (2014) que, após realizarem coletas de fêmeas de *Ae. aegypti* durante uma epidemia de dengue no Rio de Janeiro, em 2008, perceberam elevadas taxas de infecção do vírus DENV-2 em fêmeas com maior tamanho.

Em contrapartida às dificuldades encontradas em relação à sobrevivência e à infecção por arbovírus em fêmeas menores, ALTO e col. (2008a, 2008b) relataram que após competição larval interespecífica, fêmeas de *Ae. albopictus* e *Ae. aegypti* com menor tamanho tiveram maiores níveis de infecção e disseminação do vírus DENV-2 do que em fêmeas maiores. Similarmente, GRIMSTAD & WALKER (1991) relataram que fêmeas menores de *Ae. triseriatus* apresentaram melhores níveis de infecção e transmissão do vírus La Crosse quando comparadas com as fêmeas maiores.

Semelhantemente aos nossos achados em laboratório, NODEN e col., (2015) mostram que a alta densidade no ambiente larval aumenta o tempo de desenvolvimento da fase imatura, reduz a longevidade do mosquito na fase adulta e produz menores adultos de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus*. Entretanto, REISKIND & LOUNIBOS (2009) observaram esta interferência

apenas para *Ae. aegypti*. Após competição intraespecífica, fêmeas maiores exibiram uma longevidade prolongada em relação às fêmeas menores. Dessa forma, inúmeros podem ser os impactos causados pela competição intraespecífica e interespecífica (REISKIND & LOUNIBOS, 2009).

Nosso estudo também avaliou o efeito da competição intraespecífica na atividade locomotora das fêmeas de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* sob regime de 12 horas de claro e 12 horas de escuro, à 25°C. Para *Ae. aegypti*, a atividade locomotora das fêmeas oriundas das duas densidades testadas apresentou o padrão diurno e bimodal, com picos no acender e no apagar das luzes. Houve diferença estatística entre os grupos apenas na média de *light-off*, ou seja, no apagar das luzes. Não foram registradas diferenças estatísticas nas demais médias analisadas. Já para *Ae. albopictus*, a atividade locomotora para ambos grupos também foi diurna e bimodal, com picos mais acentuados ao apagar das luzes, e não houve diferenças estatísticas nas médias testadas.

A ausência de diferença significativa nas médias testadas, principalmente nas Médias Diurna sem *light-on* e Noturna sem *light-off*, que englobam as atividades dos mosquitos totalmente relacionadas ao Relógio Circadiano, isto é, sem os efeitos de mascaramento que podem ser causados pelo acender e apagar das luzes, nos faz concluir que, mesmo com diferenças entre os tamanhos das fêmeas após a competição larval, a atividade locomotora de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* não foi alterada. Portanto, fêmeas menores de ambas as espécies demonstraram a mesma capacidade de atividade das fêmeas maiores.

Os resultados encontrados no presente estudo corroboram outros trabalhos que avaliaram a atividade de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* através da análise de ritmos de oviposição, taxa de picada, infecção por arbovírus, número de repastos sanguíneos e inseminação ou não das fêmeas (TRPIS e col., 1973; JONES, 1981; HAWLEY, 1988; GOMES e col., 2006; LIMA-CAMARA, 2011).

TRPIS e col. (1973) verificaram a atividade de pouso de fêmeas de *Ae. aegypti* em hospedeiros humanos e observaram que os picos de atividade ocorreram no início da manhã e no início da noite. Sendo assim, essas fêmeas apresentaram um padrão bimodal, com mais atividade no período diurno. Para fêmeas de *Ae. albopictus*, um padrão semelhante de atividade foi encontrado: HAWLEY (1988) relatou que fêmeas desta espécie evidenciaram atividade bimodal, com os picos no amanhecer e no anoitecer. ALMEIDA e col., (2005), após realizarem estudos em laboratório sobre o comportamento de voo de *Ae. albopictus*, também encontraram este padrão bimodal de atividade, com picos nos crepúsculos matutino e noturno.

Estes estudos ratificam os padrões de atividade locomotora encontrados para as fêmeas de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* no presente trabalho.

A atividade de oviposição também já foi demonstrada em condições de laboratório e de campo. GOMES e col., (2006) relataram que fêmeas de *Ae. aegypti*, em ambas condições, colocaram seus ovos principalmente durante a fase clara e pouco antes da fase escura, reafirmando, mais uma vez, que este mosquito apresenta hábitos diurnos. Para *Ae. albopictus*, de laboratório e campo, TREXLER e col., (1997) constataram um padrão diurno de oviposição com maior atividade de oviposição durante o dia. A atividade começou às 07h00, com maior quantidade de ovos colocados no período da tarde (entre 13h00 e 16h00), e com poucos ovos colocados até as 22h00. O mesmo estudo também acompanhou o ritmo de oviposição de fêmeas de *Ae. triseriatus*, que apresentaram atividade durante o dia, porém com o pico maior ocorrendo entre as 20h00 e 21h00.

Em relação à atividade de alimentação sanguínea, MARQUES & GOMES (1997) encontraram resultados diferentes dos citados até o momento, pois verificaram um padrão de atividade trimodal para *Ae. albopictus*, durante o momento de busca pelo hospedeiro e consequente repasto sanguíneo. Foram identificados três picos de atividade: um logo no início da manhã, o segundo entre 13h00 e 14h00, e o último, mais marcado, ocorrendo entre 16h00 e 17h00. Já para *Ae. aegypti*, a atividade de picada em campo foi verificada por MCCLELLAND (1959), que apontou um padrão de atividade diurno e bimodal, com um pico mais evidenciado poucas horas antes do anoitecer. O mesmo resultado foi obtido para *Ae. albopictus* nos estudos de DELATTE e col. (2010), que avaliaram a atividade de voo na busca por hospedeiros e concluíram que houve um padrão diurno e bimodal, com um pico mais acentuado pouco antes do período noturno, variando o horário de acordo com a estação do ano. O padrão de atividade de alimentação sanguínea apresentado pelo *Ae. aegypti* em campo e em laboratório vai ao encontro do observado em nossos experimentos com atividade locomotora.

Aspectos fisiológicos do mosquito podem interferir em sua atividade. Fêmeas de *Ae. aegypti* inseminadas e não alimentadas, por exemplo, exibem uma redução da atividade locomotora total quando comparadas com as fêmeas virgens não alimentadas. Já para *Ae. albopictus*, a inseminação não teve um efeito significativo na redução da atividade locomotora das fêmeas (LIMA-CAMARA e col., 2014). Mesmo quando a inseminação ocorreu através da inoculação de extrato de glândulas acessórias de machos de *Ae. aegypti* e de machos de *Ae. albopictus* nas fêmeas de *Ae. aegypti*, estas apresentaram redução significativa da atividade

locomotora no período da fotofase, quando comparadas com fêmeas controle (LIMA-CAMARA e col., 2013). Fêmeas de *Ae. aegypti* e de *Ae. albopictus* inseminadas e alimentadas com sangue também apresentam redução significativa da atividade locomotora, quando comparadas com as fêmeas controle, virgens e não alimentadas (LIMA-CAMARA e col., 2014).

A infecção dos mosquitos vetores por patógenos pode influenciar diretamente na atividade locomotora. LIMA-CAMARA e col., (2011) testaram o efeito da infecção pelo DENV-2 na atividade locomotora de fêmeas de *Ae. aegypti* e verificaram que a presença do vírus reflete no aumento da atividade locomotora total. Isso se torna de suma importância quando associamos este aumento de atividade com a dinâmica de transmissão desse vírus (LUZ e col., 2011). O aumento da atividade foi também verificado em *Ae. aegypti* nos resultados de EVANS e col. (2009) que, após a infecção de machos e fêmeas com a bactéria *Wolbachia pipientis*, notaram um aumento da atividade diurna concomitante com uma elevação nas taxas metabólicas destes adultos (EVANS e col. 2009). Importante ressaltar que esta bactéria tem sido utilizada como uma estratégia para o controle biológico deste vetor, bloqueando a transmissão de diversos arbovírus por mosquitos (WALKER e col., 2011; HURK e col., 2012; ALIOTA e col., 2016).

No presente estudo, também analisamos os efeitos da temperatura na atividade locomotora de ambas as espécies. Este fator abiótico pode interferir no ciclo de vida de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus*, visto que a diminuição ou o aumento das faixas térmicas podem alterar diversos aspectos do comportamento destes vetores, como o desenvolvimento da fase larval, oviposição, longevidade do adulto, ritmo das taxas de picadas, tempo de incubação extrínseca dos vírus, dentre outras características da biologia destas espécies (CONSOLI & LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, 1994; CALADO & NAVARRO-SILVA, 2002; GAGE, 2008; REITER, 2008; ALTO; BETTINARDI, 2013; GOINDIN e col., 2015; MBAIKA e col., 2016).

A atividade das fêmeas foi avaliada sob três temperaturas distintas: 20°C, 25°C e 30°C. Nesta etapa, não houve competição larvária, pois foram utilizadas quantidades similares de ovos e larvas para todos os experimentos. A atividade locomotora para cada temperatura foi avaliada durante quatro dias de experimento.

De acordo com a atividade registrada em fêmeas de *Ae. aegypti*, as diferentes temperaturas interferiram nas médias analisadas. Isto é bem exemplificado nos gráficos de atividade, onde podemos observar um padrão de atividade diurno e bimodal, com picos no

acender e no apagar das luzes apenas quando as fêmeas estão sob as temperaturas de 25°C e 30°C. Sob 20°C, a menor temperatura testada, as fêmeas apresentaram movimentação reduzida quando comparadas às outras faixas térmicas. Houve um padrão diurno e unimodal de atividade, com picos apenas ao apagar das luzes. Estes picos apresentaram menor amplitude quando comparados com os picos da atividade sob 25°C e 30°C.

As fêmeas de *Ae. albopictus* apresentaram atividade com padrão diurno e bimodal, com picos no *light-on* e no *light-off* para todas as temperaturas testadas. Houve diferença estatística para a maioria das médias entre os grupos testados, exceto para as médias noturna e noturna sem *light-off*. Por ser uma espécie diurna, a temperatura parece influenciar o momento do dia em que essa espécie se encontra mais ativa. No gráfico da média da atividade em um dia, podemos notar que a atividade diurna sob 30°C foi inferior às outras duas temperaturas testadas. Muitos trabalhos já demonstraram que *Ae. albopictus* é bem adaptada às temperaturas mais baixas e isso pode ser percebido quando a atividade sob 30°C é reduzida, com a antecipação da fase escura ocorrendo apenas a poucas horas antes do apagar das luzes.

Analizamos também os efeitos entre as espécies, as temperaturas e a interação entre esses fatores. Para a média total de atividade, não houve diferença entre as espécies, ocorrendo apenas na temperatura e na interação espécie/temperatura. Esse resultado se repetiu para a média do acender das luzes (*light-on*). Para as demais médias, houve diferença significativa nos dois fatores e na interação entre eles. Estes resultados demonstram que existe o efeito da temperatura na maioria das médias de atividade comparadas, fortalecendo as hipóteses existentes de que *Ae. aegypti* reage distintamente às mudanças da temperatura quando são comparadas com *Ae. albopictus*.

De acordo com os resultados obtidos neste estudo, fêmeas de *Ae. aegypti* reduzem sua atividade quando estão sob temperatura de 20°C e para as fêmeas de *Ae. albopictus* isso ocorre quando estão sob 30°C. Estes achados são corroborados por diversos estudos que comprovaram a melhor adaptação de *Ae. aegypti* sob temperaturas elevadas enquanto que *Ae. albopictus* se desenvolve satisfatoriamente sob temperaturas mais amenas (CONSOLI & LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, 1994; DELATTE e col., 2009; PAUPY e col., 2009).

O padrão de atividade obtido neste trabalho é corroborado por diversos estudos, como, por exemplo, os experimentos realizados por LIMA-CAMARA (2011), que avaliou a atividade locomotora dessas duas espécies em diferentes temperaturas, confirmando que fêmeas de *Ae. albopictus* apresentaram padrão bimodal e diurno com atividade diminuída sob

a temperatura mais elevada, de 35°C, quando comparadas com *Ae. aegypti*. As fêmeas de *Ae. aegypti* apresentaram menor atividade sob a temperatura mínima, que foi representada por 15°C, porém, também exibiram padrão diurno e bimodal com picos no acender e no apagar das luzes.

No que diz respeito à atividade de *Ae. aegypti*, este resultado vai na contramão do que alcançamos no presente estudo, pois quando as fêmeas foram testadas sob as temperaturas distintas, as mesmas apresentaram um padrão diurno, porém unimodal sob a temperatura mínima de 20°C. Este padrão unimodal de atividade foi demonstrado por VERONESI e col. (2011), onde avaliaram o padrão de voo de *Aedes caspius* e *Culex pipiens* em diferentes estações do ano e observaram que atividade de voo reduziu quando estas espécies passaram por temperaturas mais baixas encontradas no Outono.

Outros estudos também identificaram o mesmo padrão de atividade locomotora para ambas as espécies na temperatura de 25°C. GENTILE e col. (2006) testaram o padrão de atividade de *Ae. aegypti* e comprovaram que esta espécie parece ter um hábito diurno, com um aumento na amplitude da atividade a partir da metade do dia subjetivo, pouco antes do pico de *light-off*. Resultados similares ocorreram nos experimentos de TAYLOR & JONES (1969), visto que a atividade de voo de machos e fêmeas de *Ae. aegypti* sob diferentes ciclos de claro e escuro, apresentou o mesmo padrão de atividade diurno e bimodal observado em nosso estudo.

ROWLEY (1968) mostrou que fêmeas de *Ae. aegypti* apresentaram melhor performance do voo sob a temperatura de 21°C. Nossos resultados exibiram uma atividade diferente, pois quando foram testadas a 20°C, as fêmeas de *Ae. aegypti* apresentaram atividade reduzida. ROIZ e col. (2010) estudaram a atividade de busca do hospedeiro em fêmeas de *Ae. albopictus* na Itália e verificaram que a temperatura mínima para o início deste comportamento foi de 13°C. Isto confirma novamente que esta espécie responde bem às temperaturas mais baixas, e também corrobora os resultados obtidos no presente estudo, que verificou atividade relevante sob a temperatura mínima em comparação com as outras duas temperaturas.

Outros insetos também tiveram sua atividade locomotora avaliada após variações da temperatura. RIVAS e col. (2014), por exemplo, avaliaram a atividade locomotora de *Lutzomia longipalpis* sob as temperaturas de 20°C, 25°C e 30°C, e observaram que este flebotomíneo apresentou maior atividade noturna sob as temperaturas mais elevadas (25°C e 30°C). O padrão de atividade da espécie *Anopheles aquasalis* foi estudado com o mesmo

método utilizado em nosso estudo. Observou-se um padrão de atividade noturna e bimodal, com picos no *light-on* e no *light-off* (SAMPAIO e col., 2017). Estas espécies possuem hábitos noturnos, diferentemente da maioria dos *Aedes*, que possui mais atividade ao longo do período diurno.

Após a realização dos experimentos de competição e temperatura com *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* e com a obtenção dos resultados apresentados neste estudo, destaca-se a importância de que haja maiores investigações a respeito da atividade locomotora dessas espécies, já que ambas possuem grande relevância na transmissão de patógenos causadores de arboviroses em todo o mundo.

Os resultados alcançados foram relevantes no que se refere aos hábitos e a adaptabilidade dos vetores frente a adversidades do ambiente como, por exemplo, na capacidade de se desenvolverem em diferentes temperaturas. Isso foi verificado em *Ae. albopictus* que, mesmo sob temperaturas amenas, demonstrou grande atividade. Esta espécie é considerada vetor primário de diversos agentes patogênicos causadores de doenças em outros países, e também aparece como possível “ponte” para doenças do meio silvestre para o meio urbano (MITCHELL, 1991; LAMBRECHTS, SCOTT, GUBLER, 2010; CALDERÓN-ARGUEDAS e col., 2015; COUTO-LIMA e col., 2017).

Desde o início dos surtos de febre amarela silvestre no Estado de São Paulo, notou-se que o registro de casos de epizootias da doença ocorreu mesmo em épocas mais frias do ano (SES-SP, 2018). Visto a plasticidade que o *Ae. albopictus* tem frente às mudanças climáticas, não podemos descartar um possível papel no ciclo de transmissão deste arbovírus em épocas mais frias. Por isso, destaca-se a importância da produção de novos experimentos dessa temática com outras espécies transmissoras de patógenos de grande importância em saúde pública, como o *Haemagogus leucoceleneus*, *Sabethes albiprivus* entre outras.

6. CONCLUSÃO

- Fêmeas de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* que se desenvolveram sob competição com baixa densidade de larvas apresentaram tamanho da asa maior que o obtido em indivíduos oriundos do tratamento com alta densidade larvária;
- Fêmeas de *Ae. aegypti* oriundas de competição intraespecífica de ambos os tratamentos, ou seja, sob alta e baixa densidades, apresentaram padrão de atividade locomotora diurno e bimodal, com picos no acender e no apagar das luzes.
- Para *Ae. albopictus*, as fêmeas de ambos os grupos apresentaram padrão de atividade locomotora diurno e bimodal, com picos mais acentuados no apagar das luzes.
- Sob diferentes temperaturas, as fêmeas de *Ae. aegypti* apresentaram atividade semelhantes quando testadas em altas faixas térmicas. Na temperatura considerada inferior, houve atividade, porém, distinta quando comparadas às temperaturas elevadas.
- As fêmeas de *Ae. albopictus* apresentaram um padrão de atividade similar para todas as temperaturas testadas.
- A diferença estatística entre as espécies, as temperaturas e a interação entre estes fatores, na maioria das médias analisadas, evidenciou que fêmeas de *Ae. aegypti* reagem de forma diferente das fêmeas de *Ae. albopictus* quando as temperaturas são modificadas.

Nossos resultados demonstraram que fatores bióticos como a competição larval e abióticos como as mudanças da temperatura podem interferir na atividade locomotora de fêmeas de ambas as espécies.

7. REFERÊNCIAS

- ALIOTA, M. T. e col. The wMel strain of Wolbachia Reduces Transmission of Zika virus by *Aedes aegypti*. **Scientific Reports**, [s.l.], v. 6, n. 1, p.1-7, 1 jul. 2016
- ALMEIDA A. P. G., e col. Bioecology and vectorial capacity of *Aedes albopictus* (Diptera:Culicidae) in Macao, China, in relation to Dengue virus transmission. **J Med Entomol**; v. 42: p 419-428. 2005.
- ALTO, B. W.; BETTINARDI, D. J.; Ortiz, S. Interspecific Larval Competition Differentially Impacts Adult Survival in Dengue Vectors. **Journal Of Medical Entomology**, [s.l.], v. 52, n. 2, p.163-170, 9 fev. 2015.
- ALTO, B. W.; BETTINARDI, D.; Temperature and Dengue Virus Infection in Mosquitoes: Independent Effects on the Immature and Adult Stages. **American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, [s.l.], v. 88, n. 3, p.497-505, 4 fev. 2013.
- ALTO, B. W.; JULIANO, S. A.; Temperature Effects on the Dynamics of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) Populations in the Laboratory. **Journal Of Medical Entomology**, [s.l.], v. 38, n. 4, p.548-556, 1 Jul. 2001.
- ALTO, B. W. e col. Larval competition alters susceptibility of adult *Aedes* mosquitoes to dengue infection. **Proc Biol Sci.**, v. 275, p.463-71. 2008a.
- ALTO, B. W.; REISKIND M.H., LOUNIBOS L.P. Size alters susceptibility of vectors to dengue virus infection and dissemination. **American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**. v. 79, p. 688-95. 2008b
- AMORETTY, P. R. e col. Uso de *Drosophila melanogaster* como modelo para o estudo do relógio circadiano em insetos vetores. **AS&T Acta Scientiae & Technicae**, v. 1, 01, 2010.
- BELTRÁN-SILVA, S. L. e col. Clinical and differential diagnosis: Dengue, chikungunya and Zika. **Revista Médica del Hospital General de México**, [s.l.], p.1-8, out. 2016.
- BESERRA, E. B. e col. Efeitos da temperatura no ciclo de vida, exigências térmicas e estimativas do número de gerações anuais de *Aedes aegypti* (Diptera, Culicidae). **Iheringia. Série Zoologia**, [s.l.], v. 99, n. 2, p.142-148, jun. 2009.

BHATT S., The global distribution and burden of dengue. **Nature**. Vol. 496: p 504-507. 2013.

BRAGA I. A.; VALLE D.; *Aedes aegypti*: Histórico do Controle no Brasil. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**. Vol. 16(2): p 113 – 118. 2007.

BRAKS M.A.H. e col. Convergent habitat segregation of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in southeastern Brazil and Florida. **Journal Medical Entomology**. Vol. 40: p 785-794. 2003.

BRAKS M.A.H. e col. Interspecific Competition between two invasive species of container mosquitoes, *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae), in Brazil. **Ann Entomol Soc Am**. Vol. 97: p 130-139. 2004.

BRASIL. Instituto Oswaldo Cruz. Instituto Oswaldo Cruz (Org.). **Dengue – Vírus e vetor**. 2016. Disponível em: <<http://www.ioc.fiocruz.br/dengue/textos/sobreovirus.html>>.

BRASIL. Ministério da Saúde. Ministério da Saúde (Org.). **Zika - Saiba reconhecer os sintomas**. 2017. Disponível em: <http://combateaes.saude.gov.br/pt/sintomas>

BRASIL. Ministério da Saúde. Ministério da Saúde. **Descrição da doença - Dengue**. 2016. Disponível em: <<http://portalsaude.saude.gov.br/index.php/descricao-da-doenca-dengue>>.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **MONITORAMENTO DOS CASOS E ÓBITOS DE FEBRE AMARELA NO BRASIL**. 2017. Disponível em: <http://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2017/setembro/06/2017_027.pdf>

BRIEGEL, H. Metabolic relationship between female body size, reserves, and fecundity of *Aedes aegypti*. **Journal Of Insect Physiology**, Vol. 36, n. 3: p.165-172. Jan. 1990.

BRITO, M. e col. Primeiro encontro de *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Skuse) no Estado de São Paulo (Brasil). **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, Vol. 20, n. 6: p. 489. Dez. 1986.

CALADO, D. C.; NAVARRO-SILVA, M. A., Influência da temperatura sobre a longevidade, fecundidade e atividade hematofágica de *Aedes (Stegomyia) albopictus* Skuse, 1894 (Diptera, Culicidae) sob condições de laboratório. **Revista Brasileira de entomologia**, São Paulo, Vol. 46, n. 1: p 93-98. 2002.

CALVET, G., e col. Detection and sequencing of Zika virus from amniotic fluid of fetuses with microcephaly in Brazil: a case study. **The Lancet Infectious Diseases**, [s.l.], Vol. 16, n. 6: p 653-660, jun. 2016.

CAMARA, D. C. P. e col. Seasonal Differences in Density But Similar Competitive Impact of *Aedes albopictus* (Skuse) on *Aedes aegypti* (L.) in Rio de Janeiro, Brazil. **Plos One**, Vol. 11, n. 6: p1-15, 20 jun. 2016.

CAMPOS, G. S., BANDEIRA, A. C., SARDI, S. I., Zika Virus Outbreak, Bahia, Brazil. **Emerging Infectious Diseases**, [s.l.], Vol. 21, n. 10, p 1885-1886, out. 2015

CAO-LORMEAU, Van-mai e col. Guillain-Barré Syndrome outbreak associated with Zika virus infection in French Polynesia: a case-control study. **The Lancet**, Vol. 387, n. 10027, p 1531-1539, Abril. 2016.

CASTRO, M. G. de e col. Dengue virus detection by using reverse transcription-polymerase chain reaction in saliva and progeny of experimentally infected *Aedes albopictus* from Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, [s.l.], Vol. 99, n. 8, p 809-814, Dez. 2004.

CHOUIN-CARNEIRO, T. e col. Differential Susceptibilities of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* from the Americas to Zika Virus. **Plos Neglected Tropical Diseases**, Vol. 10, n. 3, p.1-11, 3 mar. 2016.

CHRISTOPHERS, R.S. *Aedes aegypti* (L.) **The Yellow Fever Mosquito**. New York: Cambridge University Press. 1960.

CONSOLI, R. A. G. B.; LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, R. (Ed.). **Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil**. Rio de Janeiro: FIOCRUZ. 1994.

COULANGES P. CLERC Y. JOUSSET F-X, e col. Dengue à La Réunion: isolement d'une souche à l'Institut Pasteur de Madagascar. **Bull Soc Pathol Exot**. Vol.72: p 205–209. 1979.

COUTO-LIMA, D. e col. Potential risk of re-emergence of urban transmission of Yellow Fever virus in Brazil facilitated by competent *Aedes* populations. **Scientific Reports**, [s.l.], Vol. 7, n. 1, p.1-12, 7 jul. 2017.

CUGOLA, F. R., e col. The Brazilian Zika virus strain causes birth defects in experimental models. **Nature**. p.1-15, 11 maio 2016.

CUNHA, S.P. e col. Presença de *Aedes aegypti* em Bromeliaceae e depósitos com plantas no Município do Rio de Janeiro, RJ. **Revista de Saúde Pública**, Vol. 36, n. 2, p. 244-245. 2002.

DELATTE, H. e col. Influence of Temperature on Immature Development, Survival, Longevity, Fecundity, and Gonotrophic Cycles of *Aedes albopictus*, Vector of Chikungunya and Dengue in the Indian Ocean. **Journal Of Medical Entomology**, Vol. 46, n. 1, p 33-41, 1 Jan. 2009.

DELATTE, H. e col. Blood-feeding behavior of *Aedes albopictus*, a vector of Chikungunya on La Réunion. **Vector borne Zoonotic disease**, Vol. 10: p 249-258, 2010.

DICK, G.W; KITCHEN, S.F; HADDOW, A.J. Zika vírus (1) Isolations and serological specificity. **Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 46, n. 5, September. 1952

DOCILE, T.N., Cap. 5 – Um olhar ecológico sobre os vetores do Dengue. In: Figueiró, R; **Saúde & Ambiente: Da Educação Ambiental à Ecologia das Doenças**. 1ª edição. p 53. 2012.

DRIGGERS, R. W. e col. Zika Virus Infection with Prolonged Maternal Viremia and Fetal Brain Abnormalities. **New England Journal Of Medicine**, Vol. 374, n. 22, p 2142-2151, 2 jun. 2016.

ESCOBAR, L. e col. Declining Prevalence of Disease Vectors Under Climate Change. **Scientific reports**. Vol. 6, n. 1, p. 1-8, Dez. 2016.

EVANS, O. e col. Increased locomotor activity and metabolism of *Aedes aegypti* infected with a life-shortening strain of *Wolbachia pipiensis*. **Journal of Experimental Biology**, [s.l.], v. 212, n. 10, p.1436-1441, 1 maio 2009.

FARJANA, T; TUNO, N. Multiple Blood Feeding and Host-Seeking Behavior in *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae). **Journal Of Medical Entomology**, [s.l.], Vol. 50, n. 4, p 838-846, 1 jul. 2013.

FERNANDES, N. C. C. A. e col. Outbreak of Yellow Fever among Nonhuman Primates, Espirito Santo, Brazil, 2017. **Emerging Infectious Diseases**, Vol. 23, n. 12, p 2038-2041, Dez. 2017.

FIOCRUZ. Testes da vacina brasileira contra a dengue serão conduzidos pela Fiocruz PE. 2016. Disponível em: <<http://portal.fiocruz.br/pt-br/content/testes-da-vacina-brasileira-contradengue-serao-conduzidos-pela-fiocruz-pe>>.

FORATTINI, O. P.; MARQUES, G. R. A. M. Nota sobre o encontro de *Aedes aegypti* em bromélias. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, Vol. 34, n. 5, p 543-544, Out. 2000.

FOY, B. D. e col. Probable Non–Vector-borne Transmission of Zika Virus, Colorado, USA. **Emerging Infectious Diseases**, [s.l.], Vol. 17, n. 5, p. 1-7, Maio. 2011.

GALATI, E.A.B. e col. Mudanças climáticas e saúde urbana. In: Saúde Urbana: Doença nas metrópoles – qual o ônus a ser pago por viver nas grandes cidades? SUPERINTENDÊNCIA DE COMUNICAÇÃO SOCIAL DA UNIV. DE SÃO PAULO (orgs.). **Revista USP**, São Paulo, Vol. 107, p 79-90. 2015.

GAMA, R. A. e col. Efeito da densidade larval no tamanho de adultos de *Aedes aegypti* criados em condições de laboratório. **Rev. Soc. Bras. Med. Trop.**, Uberaba, Vol. 38, n. 1, p 64-66, Fev. 2005.

GENTILE, C. e col. Cloning and daily expression of the timeless gene in *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). **Insect Biochem Mol Biol**, Vol. 36: p 878-884, 2006.

GENTILE, C. e col. Circadian clock of *Aedes aegypti*: effects of blood-feeding, insemination and RNA interference. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, [s.l.], Vol. 108, n. 1, p 80-87, 2013.

GOINDIN, D. e col. Parity and Longevity of *Aedes aegypti* According to Temperatures in Controlled Conditions and Consequences on Dengue Transmission Risks. **Plos One**, [s.l.], Vol. 10, n. 8, p 1-21, 10 ago. 2015.

GOMES A. S., SCIAVICO C. J. S., EIRAS A. E. Periodicidade de oviposição de fêmeas de *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) (Diptera: Culicidae) em laboratório e campo. **Rev Soc Bras Med Trop**; Vol. 39: p 327-332. 2006.

GOULD, E.A. e col. First cases of autochthonous dengue fever and chikungunya fever in France: from bad dream to reality! **Clinical Microbiology And Infection**, [s.l.], Vol. 16, n. 12, p 1702-1704, Dez. 2010.

GRARD, G. e col. Zika Virus in Gabon (Central Africa) – 2007: A New Threat from *Aedes albopictus*? **Plos Neglected Tropical Diseases**, [s.l.], Vol. 8, n. 2, p 1-6, 6 Fev. 2014.

GRIMSTAD, P. R.; WALKER, E. D. *Aedes triseriatus* (Diptera: Culicidae) and La Crosse Virus. IV. Nutritional Deprivation of Larvae Affects the Adult Barriers to Infection and Transmission. **Journal of Medical Entomology**, [s.l.], Vol. 28, n. 3, p 378-386, 1 Maio 1991.

GUBLER D.J. The President's Address. Prevention and control of tropical diseases in the 21st century: back to the field. **Am J Trop Med Hyg**. Vol. 65(1): p V–XI. 2001.

GUBLER, D. J. The Global Emergence/Resurgence of Arboviral Diseases as Public Health Problems. **Archives of Medical Research**, [s.l.], Vol. 33, n. 4, p 330-342, Jul. 2002.

GURUGAMA P. e col. Dengue viral infections. **Indian J Dermatol**. Vol. 55: p 68-78. 2010.

HARAMIS L.D. Increased adult size correlated with parity in *Aedes triseriatus*. **Mosquito News** Vol. 48: p 77-79, 1983.

HARDIN P. E. The circadian timekeeping system of *Drosophila*. Review. **Current Biology**; Vol. 15: p 714-722. 2005.

HAWLEY, W. A. The biology of *Aedes albopictus*. **J Am Mosq Control Assoc**, 4 (Suppl. 1): 1-40, 1988.

HAWLEY, W. A. e col. *Aedes albopictus* in North America: probable introduction in used tires from northern Asia. **Science**, [s.l.], v. 236, n. 4805, p.1114-1116, 29 Maio 1987.

HELFRICH-FORSTER, C. Differential control of morning and evening components in the activity rhythm of *Drosophila melanogaster* sex-specific differences suggest a different quality of activity. **J Biol Rhythms**, Vol. 15: p 135-154, 2000.

HIGGS, S.; BEATY, B. Natural cycles of vector-borne pathogens. In: Marquardt W.C. Biology of disease vectors. London, UK: **Elsevier Academic Press**. p. 167–185. 2010.

HONÓRIO N.A.; LOURENÇO-DE-OLIVEIRA R. Frequência de larvas e pupas de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* em armadilhas, Brasil. **Revista de Saúde Pública** Vol. 35(4): p 385-91. 2001.

HORCADA, M. L.; DÍAZ-CALDERÓN, C.; GARRIDO, L. Chikungunya Fever. Rheumatic Manifestations of an Emerging Disease in Europe. **Reumatología Clínica** (english Edition), [s.l.], Vol. 11, n. 3, p 161-164, Maio. 2015.

HURK, A. F. van Den e col. Impact of Wolbachia on Infection with Chikungunya and Yellow Fever Viruses in the Mosquito Vector *Aedes aegypti*. **Plos Neglected Tropical Diseases**, [s.l.], Vol. 6, n. 11, p 1-9, 1 Nov. 2012.

JONES, M. D. R. The programming of circadian flight-activity in relation to mating and the gonotrophic cycle in the mosquito, *Aedes aegypti*. **Physiological Entomology**, [s.l.], Vol. 6, n. 3, p.307-313, set. 1981.

JULIANO, S. A.; LOUNIBOS, L. P.; O'MEARA, G. F., A field test for competitive effects of *Aedes albopictus* on *Aedes aegypti* in South Florida: differences between sites of coexistence and exclusion? **O ecologia**, [s.l.], v. 139, n. 4, p.583-593, 16 mar. 2004.

JULIANO, S. A. e col. She's a femme fatale: low-density larval development produces good disease vectors. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, [s.l.], v. 109, n. 8, p.1070-1077, dez. 2014.

KRAEMER, M. e col. The global distribution of the arbovirus vectors *Aedes aegypti* and *Ae. albopictus*. **eLife**, Vol. 4, p. 1-18, June. 2015.

KINDHAUSER, M. K. e col. Zika: the origin and spread of a mosquito-borne virus. **Bulletin Of The World Health Organization**, [s.l.], Vol. 94, n. 9, p 675-686, 9 Fev. 2016.

LIMA-CAMARA, T.N.; HONÓRIO N.A.; LOURENÇO-DE-OLIVEIRA R. Frequência e Distribuição Espacial de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) no Rio de Janeiro, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública Rio de Janeiro**, Vol. 22(10):2079-2084. 2006.

LIMA-CAMARA, T. N. Análise dos ritmos biológicos de fêmeas de espécies vetoras do vírus dengue - *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* - (Diptera: Culicidae) em condições de laboratório. 113 f. **Tese** (Doutorado) - Curso de Ciências, Laboratório de Biologia Molecular de Insetos, Instituto Oswaldo Cruz – Fiocruz, Rio de Janeiro, 2011.

LIMA-CAMARA, T. N. e col. Dengue Infection Increases the Locomotor Activity of *Aedes aegypti* Females. **Plos One**, [s.l.], Vol. 6, n. 3, p.1-5, 8 mar. 2011.

LIMA-CAMARA, T. N. Cap. 6 – O Relógio Biológico e o Dengue. In: Figueiró, R; **Saúde & Ambiente: Da Educação Ambiental à Ecologia das Doenças**. 1ª edição, p 53. 2012d.

LIMA-CAMARA, T. N. e col. Male accessory gland substances from *Aedes albopictus* affect the locomotor activity of *Aedes aegypti* females. **Mem Inst Oswaldo Cruz** 108 (Suppl. 1), p 18-25, 2013e.

LIMA-CAMARA, T. N. e col. Effects of insemination and blood-feeding on locomotor activity of *Aedes albopictus* and *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) females under laboratory conditions. **Parasites & Vectors**, [s.l.], Vol. 7, n. 1, p 1-8, 2014.

LIMA-CAMARA, T. N; URBINATTI, P. R; CHIARAVALLLOTI-NETO, F.; Finding *Aedes aegypti* in a natural breeding site in an urban zone, Sao Paulo, Southeastern Brazil. **Revista de Saúde Pública**, [s.l.], Vol. 50, p.1-4, 09 jun. 2015.

LIMA-CAMARA, T. N; Emerging arboviruses and public health challenges in Brazil. **Revista de Saúde Pública**, [s.l.], Vol. 50, p 1-7, 2016.

LORENZ, L.H., e col. The relationship between size and parity status of field-collected *Culiseta melanura*. **Journal of the American Mosquito Control Association**, Vol. 6: p 433-439. 1990.

LUZ, P. M. e col. Potential impact of a presumed increase in the biting activity of dengue-virus-infected *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) females on virus transmission dynamics. **Mem Inst Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, Vol. 106(6): p 755-758, September 2011.

MACNAMARA, F. N. Zika virus: a report on three cases of human infection during an epidemic of jaundice in Nigeria. **Transactions of the royal society of tropical medicine and hygiene** Vol. 48. n. 2. March, 1954.

MAJO, M. S. de; MONTINI, P.; FISCHER, S. Egg Hatching and Survival of Immature Stages of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) Under Natural Temperature Conditions During the Cold Season in Buenos Aires, Argentina. **Journal Of Medical Entomology**, [s.l.], Vol. 54, n 1, p 106-113, 30 ago. 2016.

MARINHO, R. A. e col. Effects of temperature on the life cycle, expansion, and dispersion of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) in three cities in Paraíba, Brazil. **Journal Of Vector Ecology**, [s.l.], Vol. 41, n. 1, p 1-10, 27 Maio 2016.

MARQUES, G. R.; GOMES, A. de C. Comportamento antropofílico de *Aedes albopictus* (Skuse) (Diptera: Culicidae) na região do Vale do Paraíba, Sudeste do Brasil. **Rev Saúde Pública**, Vol. 31: p 125-130, 1997.

MARTINES, R. B. e col. Pathology of congenital Zika syndrome in Brazil: a case series. **The Lancet**, [s.l.], Vol. 388, n. 10047, p 898-904, Ago. 2016.

MARTINS V. E. P. e col. Distribuição espacial e características dos criadouros de *Aedes albopictus* e *Aedes aegypti* em Fortaleza, Ceará. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, Vol. 43(1): p 73-77. 2010.

MATHEW, A. J. e col. Chikungunya Infection: a Global Public Health Menace. **Current Allergy and Asthma Reports**, [s.l.], Vol. 17, n. 2, p.1-9, Fev. 2017.

MBAIKA, S. e col. Vector competence of *Aedes aegypti* in transmitting Chikungunya virus: effects and implications of extrinsic incubation temperature on dissemination and infection rates. **Virology Journal**, [s.l.], Vol. 13, n. 1, p 1-9, 29 Jun. 2016.

MCCLELLAND, G. A. H. Observations on the mosquito *Aedes* (Stegomyia) *aegypti* (L.) in East Africa, I. The biting cycle in an out - door population at Entebbe, Uganda. **Bull. Ent, Res.** Vol. 50: p 227-235, 1959.

MARQUES, M. D., GOLOMBEK, D. E MORENO, C. Adaptação Temporal. In: Marques, N. e Menna-Barreto, L. (org.). **Cronobiologia: Princípios e Aplicações**. S. P. Fiocruz e Edusp, p. 45-84. 1999.

MARQUES, N.; MENNA-BARRETO, L. **Cronobiologia: princípios e aplicações**. 3 ed. São Paulo: EDUSP, 2003.

MERRITT, R.W, WEBB, D.W. Capítulo 22. Aquatic Diptera. Part two. Pupae and adults of aquatic Diptera. In: R.W. Merritt, K.W. Cummins & M.B. Berg (eds.). **An Introduction to the Aquatic Insects of North America**. Vol. 4, p. 723-771. 2008.

MILLER, B. R.; BALLINGER, M. E. *Aedes albopictus* mosquitoes introduced into Brazil: vector competence for yellow fever and dengue viroses. **Transaction of the royal society of tropical medicine and hygiene** Vol. 82, p 476-477. 1988.

MITCHELL, C. J. Vector competence of north and south american strains of *Aedes albopictus* for certain arboviruses: a review. **Journal, of the american mosquito control, association**. Vol. 7, p. 446-451. 1991.

MOHAMMED, A.; CHADEE, D. D. Effects of different temperature regimens on the development of *Aedes aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae) mosquitoes. **Acta Tropica**, [s.l.], Vol. 119, n. 1, p 38-43, jul. 2011.

MOORE-EDE M.C., SULZMAN F.M., FULLER C.A. The clocks that time us- Physiology of the circadian timing system. **London: Harvard University Press**; 1982.

MORSE, S. S. Factors in the Emergence of Infectious Diseases. **Emerging Infectious Diseases**, [s.l.], Vol. 1, n. 1, p.7-15, Mar. 1995.

MOURA, L.N., SILVA, M. L. Fundamentos evolutivos da ritmicidade biológica. In: Grauben Assis, Regina Brito e William Lee Martin. (Org.). **Estudos do Comportamento II**. Belém: EDUFPA, Vol. II, p 157-176. 2010.

MUSSO, D., NILLES, E. J.; CAO-LORMEAU, V. M. Rapid spread of emerging Zika virus in the Pacific area. **Clin. Microbiol. Infect.** Vol. 20, p 595–596. 2014.

MUSSO, D. Zika Virus Transmission from French Polynesia to Brazil. **Emerging Infectious Diseases**, [s.l.], Vol. 21, n. 10, p.1887-1887, out. 2015.

NASCI, R. S. The size of emerging and host seeking *Aedes aegypti* and the relation of size to blood-feeding success in the field. **J. Am. Mosq. Control Assoc.** Vol. 2: p 61-62. 1986b

NASCI, R. S. Relationship between adult mosquito (Diptera: Culicidae) body size and parity in field populations. **Environmental entomology**. Vol. 15: p 874-876. 1986.

NATAL, D. Bioecologia do *Aedes aegypti*. **Biológico**, Vol. 64(2): p 205-207. 2002.

NODEN, B. H. e col. Impact of inter- and intra-specific competition among larvae on larval, adult, and life-table traits of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* females. **Ecological Entomology**, [s.l.], Vol. 41, n. 2, p 192-200, 8 Dez. 2015.

NOGUEIRA, R.M.R e col. Isolation of dengue virus type 2 in Rio de Janeiro. **Mem.Inst. Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro**, Vol. 85, n. 2, p 253, Abril 1990.

NORRIS, D. E. Mosquito-borne Diseases as a Consequence of Land Use Change. **Eco health**, [s.l.], Vol. 1, n. 1, p 19-24, 1 mar. 2004.

NUNES, M. R. T. e col. Emergence and potential for spread of Chikungunya virus in Brazil. **Bmc Medicine**, [s.l.], Vol. 13, n. 1, p 1-10, 30 abr. 2015.

O'MEARA, G.F. e col. Spread of *Aedes albopictus* and Decline of *Ae. aegypti* (Diptera: Culicidae) in Florida. **Journal Of Medical Entomology**, Vol. 32, n. 4, p 554-562. 1995.

OMS. Organização Mundial da Saúde. Portugal. **Doença do vírus Zika**. 2016. Disponível em: <<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/zika/pt/>>.

OSANAI, C. H; ROSA, A. P; TANG, A. T; AMARAL, RONALDO SANTOS DO; PASSOS, A. D; TAUIL, P. L. Surto de dengue em Boa Vista, Roraima Nota previa. / Dengue outbreak in Boa Vista, Roraima. Preliminary report. **Rev Inst Med Trop Sao Paulo**; Vol. 25(1): p 53-54, 1983.

PACKER, M. J.; CORBET, P. S. Size variation and reproductive success of female *Aedes punctator* (Diptera: Culicidae). **Ecological Entomology**, [s.l.], Vol. 14, n. 3, p 297-309, Ago. 1989.

PAHO-WHO. **Preparedness and response for chikungunya virus: introduction in the Americas**. Washington (DC): PAHO, 2011. Disponível em<http://www.paho.org/hq/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=16984&Itemid=&lang=en(PAHO, 2013) >.

PAHO-WHO. **Ficha técnica Chikungunya**. Disponível em: <http://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=8303&Itemid=40023&lang=en>

PANCETTI, F. G. M. e col. Twenty-eight years of *Aedes albopictus* in Brazil: a rationale to maintain active entomological and epidemiological surveillance. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, [s.l.], Vol. 48, n. 1, p 87-89, Fev. 2015.

PAUPY, C.; DELATTE, H.; BAGNY, L.; CORBEL, V.; FONTENILLE, D. *Aedes albopictus*, an arbovirus vector: from the darkness to the light. **Microbes Infect**. Vol. 11: p 1177-1185. 2009.

PIALOUX, G. e col. Chikungunya, an epidemic arbovirolosis. **The Lancet Infectious Diseases**, [s.l.], Vol. 7, n. 5, p 319-327, Maio. 2007.

PITTENDRIGH CS. Circadian rhythms and circadian organization of living systems. **Cold Spring Harb Symp Quant Biol**; Vol. 25: p 159-184. 1960.

PORTAL DE SAÚDE. Boletim Epidemiológico: **Emergência epidemiológica de febre amarela no Brasil, no período de dezembro de 2016 a julho de 2017**. Disponível em: <http://portalarquivos.saude.gov.br/images/pdf/2017/setembro/06/2017_027.pdf>

RASGON, J. L., & SCOTT, T. W. Wolbachia and cytoplasmic incompatibility in the California *Culex pipiens* mosquito species complex: parameter estimates and infection dynamics in natural populations. **Genetics**, Vol. 165(4), p 2029–2038. 2003.

REISKIND, M. H.; LOUNIBOS, L. P; Effects of intraspecific larval competition on adult longevity in the mosquitoes *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*. **Medical And Veterinary Entomology**, [s.l.], Vol. 23, n. 1, p.62-68, Mar. 2009.

REITER, P. Oviposition, Dispersal and Survival in *Aedes aegypti*: Implications for the Efficacy of Control Strategies. **Vector-Borne and Zoonotic Diseases**, Paris, Vol. 7, n. 5, p 261-173, 2007.

REITER P. Climate change and mosquito-borne disease: knowing the horse before hitching the cart. **Rev. Science Technology. Off. Int. Epiz.** Vol. 27 (2): p 383-398. 2008.

REZZA, G e col. Infection with chikungunya virus in Italy: an outbreak in a temperate region. **The Lancet**, [s.l.], Vol. 370, n. 9602, p.1840-1846, Dez. 2007.

RIVAS, G. B. S. e col. Effects of temperature and photoperiod on daily activity rhythms of *Lutzomyia longipalpis* (Diptera: Psychodidae). **Parasites & Vectors**, [s.l.], Vol. 7, n. 1, p 1-9, 2014.

ROBINSON, M. An epidemic of virus disease in southern province, Tanganyika territory, in 1952-53. **Transactions of the royal society of tropical medicine and hygiene**. Vol. 49. No. 1. January, 1955.

ROIZ, D e col. Effects of Temperature and Rainfall on the Activity and Dynamics of Host-Seeking *Aedes albopictus* Females in Northern Italy. **Vector-borne And Zoonotic Diseases**, [s.l.], Vol. 10, n. 8, p 811-816, Out. 2010.

ROMANO, A. P. M. e col. Yellow Fever Outbreaks in Unvaccinated Populations, Brazil, 2008–2009. **Plos Neglected Tropical Diseases**, [s.l.], Vol. 8, n. 3, p.1-8, 13 mar. 2014.

ROTENBERG L., MARQUES N., MENNA-BARRETO L. Desenvolvimento da Cronobiologia. In: Marques N, Menna-Barreto L, org. **Cronobiologia: princípios e aplicações**. São Paulo: EDUSP-Fiocruz; p. 23-44. 1997.

ROWLEY W.A. and GRAHAM C.L. The effect of temperature and relative humidity on the flight performance of female *Aedes aegypti*. **J Insect Physiol** Vol. 14: p 1251-1257. 1968.

SAMPAIO, V. de S. e col. What does not kill it makes it weaker: effects of sub-lethal concentrations of ivermectin on the locomotor activity of *Anopheles aquasalis*. **Parasites & Vectors**, [s.l.], Vol. 10, n. 1, p 1-10, Dez. 2017.

SANTANA, A.C.S. e col. Primeira Ocorrência de *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Skuse) no Estado de Sergipe. **EntomoBrasilis**, Vol. 7 (3): p 227-229. 2014.

SANTOS, R.L.C. Atualização da distribuição de *Aedes albopictus* no Brasil (1997-2002). **Revista de Saúde Pública**. Vol. 37(5): p 671-673. 2003.

SES-SP Secretaria Estadual de Saúde. **Boletim epidemiológico Febre Amarela**. Abril 2018. Disponível em: http://www.saude.sp.gov.br/resources/cve-centro-de-vigilancia-epidemiologica/areas-de-vigilancia/doencas-de-transmissao-por-vetores-e-zoonoses/doc/famarela/fa18_boletim_epid_1604.pdf

SAUNDERS D.S. **Insect Clocks**. Amsterdam: Elsevier Science, p 280. 2002.
SCHATZMAYR, H.G. e col. An outbreak of dengue virus at Rio de Janeiro- 1986. **Mem.Inst. Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro**, Vol. 81, n. 2, p 245-246, Abril-Junho. 1986.

SERPA L. L. N., KAKITANI I., VOLTOLINI J. C. Competição entre larvas de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* em laboratório. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**; Vol. 41(5):479-484. 2008.

SILVA, V. C. e col. Diversidade de criadouros e tipos de imóveis freqüentados por *Aedes albopictus* e *Aedes aegypti*. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, Vol. 40, n. 6, p 1106-1111, Dec. 2006.

SVS-MS. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Monitoramento dos casos de dengue, febre de chikungunya e febre pelo vírus Zika até a Semana Epidemiológica 50, 2017**. Boletim Epidemiológico, Vol. 46, n. 44, Brasília: Ministério da Saúde, 2017a. Disponível: <http://portal.arquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2018/janeiro/10/2017-046-Publicacao.pdf>

TAUIL P. L. Urbanização e ecologia do dengue. **Cad. Saúde Pública**. Vol. 17: p 99–102. 2001.

TAUIL, P. L. Critical aspects of yellow fever control in Brazil. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, Vol. 44, n. 3, p 555-558, Jun 2010.

TAYLOR, B.; JONES, M. D. R. The circadian rhythm of flight activity in the mosquito *Aedes aegypti* (L.): the phase-setting effects of light-on and light-off. **J Exp Biol**; Vol. 51: p 59-70. 1969.

TRPIS, M. e col. Diel periodicity in the landing of *Aedes aegypti* on man. **Bulletin of the World Health Organization**, Vol. 48: p 623-629, 1973.

TEMPORÃO, J.G. e col. Dengue Virus Serotype 4, Roraima State, Brazil. **Emerging Infectious Diseases**, Vol. 17, n. 5. 2011.

THOMPSON, S. J.; PEARCE, J. M.; RAMEY, A. M. Vectors, Hosts, and Control Measures for Zika Virus in the Americas. **Ecohealth**, [s.l.], Vol. 14, n. 4, p 821-839, 17 Nov. 2017.

TSAI K. H. e col. Molecular (sub) grouping of endosymbiont *Wolbachia* infection among mosquitoes of Taiwan. **Journal Of Medical Entomology**. Vol. 41(4): p 677–683. 2004.

VAREJÃO, J.B.M. e col. Criadouros de *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Linnaeus, 1762) em bromélias nativas na Cidade de Vitória, ES. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 38, n. 3, p. 238-240, Mai-Jun. 2005.

VEGA-RÚA, A. e col. 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**, [s.l.], Vol. 88, n. 11, p 6294-6306, 26 mar. 2014.

VERONESI, R. e col. Seasonal pattern of daily activity of *Aedes caspius*, *Aedes detritus*, *Culex modestus*, and *Culex pipiens* in the Po Delta of northern Italy and significance for vector-borne disease risk assessment. **Journal of Vector Ecology**, [s.l.], Vol. 37, n. 1, p 49-61, 1 Maio 2012.

WALKER, T. e col. The wMel Wolbachia strain blocks dengue and invades caged *Aedes aegypti* populations. **Nature**, [s.l.], Vol. 476, n. 7361, p 450-453, 24 ago. 2011.

WEAVER, S. C.; REISEN, W. K; Present and future arboviral threats. **Antiviral Research**, [s.l.], Vol. 85, n. 2, p 1-36, Fev. 2010.

WEAVER, S. C., FORRESTER, N. L. Chikungunya: Evolutionary history and recent epidemic spread. **Antiviral Research**, [s.l.], Vol. 120, p 32-39, Ago. 2015.

WESTBROOK, C. J. e col. Larval Environmental Temperature and the Susceptibility of *Aedes albopictus* Skuse (Diptera: Culicidae) to Chikungunya Virus. **Vector-borne And Zoonotic Diseases**, [s.l.], v. 10, n. 3, p.241-247, Abril. 2010.

WONG, Pei-sze J. I. e col. *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Skuse): A Potential Vector of ZikaVirus in Singapore. **Plos Neglected Tropical Diseases**, [s.l.], Vol. 7, n. 8, p 1-5, 1 Ago. 2013.

WHO - World Health Organization. **Grupo Específico sobre arboviroses (Org.). Arboviroses e doenças humanas**. Genebra: World Health Organization, Vol. 369 p 84. 1967.

WHO - World Health Organization.1988. DHF situation and activities in the W.H.O. South-East Ásia region in 1988.W.H.O. **Weekly Epidemiol. Rec**. Vol. 64: p 175-176. 1985.

WHO - World Health Organization. **Dengue guidelines for diagnosis, treatment, prevention and control**. France: World Health Organization, p 160. 2009.

WHO- World Health Organization. **Dengue and dengue haemorrhagic fever** [online]. 2002. Disponível em: <<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs117/en/>>

WHO. World Health Organization. França. Vaccines and vaccination against yellow fever: **WHO Position Paper**. June 2013. Disponível em: <http://www.who.int/wer/2013/wer8827.pdf>>

ZARA, A. L. de S. A. e col., Estratégias de controle do *Aedes aegypti*: uma revisão. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, [s.l.], Vol. 25, n. 2, p 1-2, Jun. 2016.

ZANLUCA, C. e col. First report of autochthonous transmission of Zika virus in Brazil. **Mem Inst Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, Vol. 110, n. 4, p 569-572, Jun. 2015.

Ronan Rocha Coelho Endereço para acessar este CV: <http://lattes.cnpq.br/6231424455093644>

Última atualização do currículo em 27/04/2018

Resumo informado pelo autor

Graduado em Ciências Biológicas pela Universidade São Judas Tadeu (2013). Foi técnico TT3 Fapesp do Centro de Apoio à Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo. Tem experiência na área de Parasitologia, com ênfase em Entomologia e Malacologia de Parasitos e Vetores. Atualmente é mestrando no programa de pós graduação da Faculdade de Saúde Pública da USP, atuando principalmente nos seguintes temas: *Aedes aegypti*, *Aedes albopictus*, competição, Atividade locomotora, temperatura.

(Texto informado pelo autor)

Nome civil**Nome** Ronan Rocha Coelho**Dados pessoais****Nascimento** 04/01/1989 - São Paulo/SP - Brasil**CPF** 383.118.278-77**Formação acadêmica/titulação**

- 2010 - 2013** Graduação em Ciências Biológicas.
Universidade São Judas Tadeu, USJT, São Paulo, Brasil
Título: Análise de macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores da qualidade da água., Ano de obtenção: 2013
Orientador: Arnaldo T. Ribeiro

Atuação profissional

1. Centro de Apoio à Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo - CEAP/FSP

Vínculo institucional

- 2014 - 2016** Vínculo: Bolsista, Enquadramento funcional: técnico TT3 FAPESP, Regime: Parcial

2. Universidade de São Paulo - USP

Vínculo institucional

- 2016 - Atual** Vínculo: Aluno de mestrado, Enquadramento funcional: Aluno, Carga horária: 40, Regime: Dedicção exclusiva

Produção**Produção bibliográfica****Trabalhos publicados em anais de eventos (resumo)**

- **COELHO, R. R.**; SANTANA, S. R.; PANCETTI, F. G. M.; ANDRADE, P. S.; SILVA, M. R. H. E.; ALMEIDA, R. M. M. S.; URBINATTI, P. R.; CAMARA, T. N. L. EFEITO DA COMPETIÇÃO INTRAESPECÍFICA NA ATIVIDADE LOCOMOTORA DE AEDES AEGYPTI E AEDES ALBOPICTUS (DIPTERA: CULICIDAE) In: XIII Congresso de Ecologia do Brasil, 2017, Viçosa - MG. XIII Congresso de Ecologia do Brasil., 2017.
- SILVA, M. R. H. E.; PANCETTI, F. G. M.; **COELHO, R. R.**; ALMEIDA, R. M. M. S.; URBINATTI, P. R.; CAMARA, T. N. L. DISTRIBUIÇÃO DE *Aedes aegypti* E *Aedes albopictus* NO PARQUE MUNICIPAL DO PIQUERI, SÃO PAULO, SP. 2015. In: XII CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 2015, São Lourenço - MG. XII CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL., 2015.
- DINIZ, M. M. S. L.; PANCETTI, F. G. M.; LIMA, D. V.; CAMARA, T. N. L.; **COELHO, R. R.**; ALMEIDA, R. M. M. S.; URBINATTI, P. R. Frequência mensal de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* em área urbana da cidade de São Paulo - SP In: MedTrop 2015 - 51º Congresso da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical, 2015, Fortaleza - CE. Doenças Tropicais: do ensino e pesquisa aos serviços de saúde., 2015.

Página gerada pelo sistema Currículo Lattes em 27/04/2018 às 14:52:43.

Tamara Nunes de Lima Camara

Endereço para acessar este CV: <http://lattes.cnpq.br/3278830962480974>
Última atualização do currículo em 26/02/2018

Graduada em Licenciatura Plena em Ciências Biológicas e em Bacharelado de Zoologia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2004). Possui Mestrado e Doutorado em Ciências pelo Programa de Pós Graduação em Biologia Parasitária da Fundação Oswaldo Cruz -IOC- RJ. Pós-Doutorado realizado na Fiocruz- RJ. Tem experiência na área de Parasitologia, com ênfase em Entomologia e Malacologia de Parasitos e Vetores, atuando principalmente nas seguintes linhas de pesquisa: Biologia e Ecologia de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* e Comportamento de Insetos Vetores. **(Texto informado pelo autor)**

Identificação

Nome	Tamara Nunes de Lima Camara
Nome em citações bibliográficas	Lima-Camara T.N.;Lima-Camara TN;de Lima-Camara TN;Lima-Camara Tamara N;Lima-Camara, Tamara N.;LIMA-CAMARA, TAMARA NUNES

Endereço

Endereço Profissional	Universidade de São Paulo, Faculdade de Saúde Pública. Faculdade de Saúde Pública Pacaembu 01246904 - São Paulo, SP - Brasil Telefone: (11) 30617764 URL da Homepage: http://wwws.cnpq.br/cvlattesweb/PKG_MENU.menu? f_cod=2ADEE7F9C5112796A340FBA2C68AAA39
------------------------------	---

Formação acadêmica/titulação

2007 - 2011	Doutorado em Biologia Parasitária (Conceito CAPES 7). Fundação Oswaldo Cruz, FIOCRUZ, Brasil. Título: Análise dos ritmos biológicos de espécies vetoras do vírus dengue - <i>Aedes aegypti</i> e <i>Aedes albopictus</i> - (Diptera: Culicidae) em condições de laboratório., Ano de obtenção: 2011. Orientador: Alexandre Afranio Peixoto. Bolsista do(a): Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, CNPq, Brasil. Palavras-chave: <i>Aedes aegypti</i> ; <i>Aedes albopictus</i> ; Ritmo Biológico.
2005 - 2007	Mestrado em Biologia Parasitária (Conceito CAPES 7). Fundação Oswaldo Cruz, FIOCRUZ, Brasil. Título: Estudo da atividade locomotora de mosquitos vetores (Diptera: Culicidae), sob condições controladas, Ano de Obtenção: 2007. Orientador: Alexandre Afrânio Peixoto. Bolsista do(a): Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, CNPq, Brasil. Palavras-chave: <i>Aedes aegypti</i> ; <i>Aedes albopictus</i> ; <i>Anopheles aquasalis</i> ; Ritmo Biológico.
2000 - 2004	Grande área: Ciências Biológicas Graduação em Licenciatura e Bacharelado em Ciências Biológicas. Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ, Brasil. Título: Frequencia, paridade e desenvolvimento ovarioar de <i>Aedes aegypti</i> e <i>Ae. albopictus</i> (Diptera: Culicidae) em diferentes ambientes do Rio de Janeiro. Orientador: Ricardo Lourenço-de-Oliveira e Jorge Luiz Nessimian. Bolsista do(a): Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, CNPq, Brasil.

Pós-doutorado

2011 - 2013	Pós-Doutorado. Fundação Oswaldo Cruz, FIOCRUZ, Brasil. Bolsista do(a): Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, CNPq, Brasil. Grande área: Ciências Biológicas
--------------------	---

Formação Complementar

2005 - 2005