



UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO

VALBIA DE SOUZA PORTO

INTERAÇÃO ECOLÓGICA ENTRE *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*
(DIPTERA: CULICIDAE): TEMPERATURA COMO FATOR MODULADOR

CAMPINA GRANDE, PB

MAIO DE 2018

VALBIA DE SOUZA PORTO

**INTERAÇÃO ECOLÓGICA ENTRE *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*
(DIPTERA: CULICIDAE): TEMPERATURA COMO FATOR MODULADOR**

Trabalho de Dissertação apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da Universidade Estadual da Paraíba – PPGEC/UEPB, como requisito à obtenção do título de mestre.

Área de concentração: Ecologia de insetos.

Orientadora: Profa. Dra. Maria Avany Bezerra Gusmão.

CAMPINA GRANDE, PB

MAIO DE 2018

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

P853i Porto, Valbia de Souza.
Interação ecológica entre *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) [manuscrito] : Temperatura como fator modulador / Valbia de Souza Porto. - 2018.
60 p. : il. colorido.

Digitado.

Dissertação (Mestrado em Pós Graduação em Ecologia e Conservação) - Universidade Estadual da Paraíba, Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa, 2018.

"Orientação : Profa. Dra. Maria Avany Bezerra Gusmão, Departamento de Biologia - CCBS."

1. Mosquitos. 2. Arboviroses. 3. Interação ecológica. 4. Sazonalidade climática.

21. ed. CDD 577

VALBIA DE SOUZA PORTO

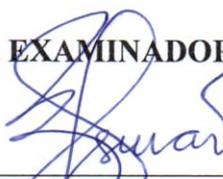
**INTERAÇÃO ECOLÓGICA ENTRE *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*
(DIPTERA: CULICIDAE): TEMPERATURA COMO FATOR MODULADOR**

Trabalho de Dissertação apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da Universidade Estadual da Paraíba – PPGEC/UEPB, como requisito à obtenção do título de mestre.

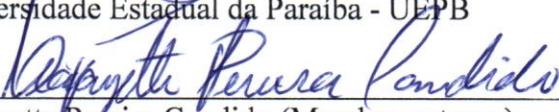
Área de concentração: Ecologia de insetos.

Aprovada em: 28 de maio de 2018

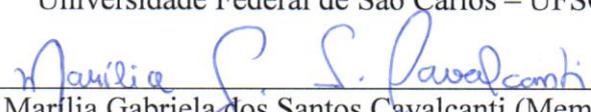
BANCA EXAMINADORA



Profa. Dra. Maria Avany Bezerra Gusmão (Orientadora)
Universidade Estadual da Paraíba - UEPB



Dr. Lafayette Pereira Candido (Membro externo)
Universidade Federal de São Carlos – UFSCAR



Dra. Marília Gabriela dos Santos Cavalcanti (Membro externo)
Universidade Federal da Paraíba - UFPB

Ao meu querido Prof. Dr. Eduardo Barbosa Beserra (*in memoriam*),
por todo ensinamento repassado; e ao meu amado pai, Sebastião Porto
(*in memoriam*), meu espelho, DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Bom, esse é um espaço reservado para expressarmos nossos agradecimentos durante toda a fase do mestrado, e acho um dos espaços mais importantes, pois o que seria desse trabalho sem a gratidão à todas as pessoas que contribuíram no caminhar dessa jornada?

Venho agradecer, primeiramente e imensamente, a Deus. Sou e sempre fui muito grata por tudo na minha vida! Tenho plena convicção que tudo é concedido pelo Seu propósito. Obrigada por todo cuidado e proteção.

À minha família, minha mãe, meus irmãos, sobrinhos e cunhados, pelo apoio constante; por todo amor e paciência, por escutar minhas lamentações nas horas de sufoco e por suportar os momentos de estresse. Enfim, amo todos vocês. Em especial ao meu pai, Sebastião Porto (*in memoriam*), homem de um caráter sem igual, do qual tenho um orgulho imenso. Quero carregar comigo pelo menos um pouco da sua essência como pessoa. Um guerreiro que prezava acima de tudo o amor pela família e que sempre fazia questão de dizer que “o melhor da vida são momentos reunidos com a família”. Te amo e sempre te amarei meu eterno paizinho!

À minha orientadora substituta, Avany Gusmão, que me assumiu sem nenhuma hesitação; por ter aceitado enfrentar essa jornada de braços abertos, por estar sempre à disposição; por toda assistência, instrução, paciência e dedicação. Admiro sua determinação!

Ao meu ex-orientador, Eduardo Barbosa Beserra (*in memoriam*), pela confiança de continuar fazendo parte da sua equipe de pesquisa. Só acabei engajando no mestrado graças ao seu convite. Foi um grande privilégio tê-lo por perto durante todo o meu tempo de iniciação científica.

Aos meus amigos de turma, essa que não poderia ser melhor. O caminho dessa jornada se tornou mais divertido graças a todos vocês. Aos meus pais adotivos Anderson (amigo desde a graduação) e Fernanda (Nanda), por todo amor, cuidado e apoio; a Graci, por ser esse amor de pessoa; a Maiara, pessoa de alma linda e coração enorme; a Erimáigna, a menina da geografia que chegou encantando a todos; Jéssica, a ciumenta que mais gosto; a Lili, um doce de pessoa; Camila (Camis), a pessoense, que apesar do curto período de convívio, já me cativou; Monalisa, Gilbevan e Fernando. Obrigada por me proporcionarem muitos momentos de descontração, e por terem tornado o caminho mais leve.

Aos meus amigos fora da turma também, por todos os momentos de descontração. Quero agradecer, em especial, aos cientistas Igor Eloi e a Mário Herculano, por todo apoio e ajuda.

À toda equipe do laboratório de entomologia da UEPB, começando pela técnica Renata, ou melhor dizendo, a Reh, por todo esse tempo de convivência. À Steffany e a Marllon, amigos mais antigos, obrigada pela companhia e pela força de sempre. À Eduardo, companheiro de guerra de todos os dias (kkk), pelas risadas compartilhadas, pelo apoio e ajuda; a Carlos, a Hidalgo.

À Camila e a Ismaelly (a ruíva), pela ajuda nas coletas e por torná-las mais leves. A companhia e o apoio de vocês foram essenciais, obrigada mesmo pela grande força.

À Noiana, que foi fundamental na realização desse trabalho, por estar SEMPRE a disposição e por toda assistência fornecida, te agradeço de coração. Não sei nem o que seria de mim se não fosse você. Como eu costumava dizer, você foi minha co-orientadora (rsrsrsrs).

Aos moradores das residências onde deixamos as armadilhas, obrigada por nos terem recebido e por toda paciência.

À Embrapa Algodão de Campina Grande – PB, pela gentileza em ter cedido as informações sobre os dados climáticos.

À Dra. Mônica Crespo, do Centro de Pesquisa Aggeu Magalhães, FIOCRUZ – PE, juntamente com sua equipe do laboratório de entomologia, por toda hospitalidade e atenção, e pela ajuda no fornecimento do material biológico do *Aedes albopictus*.

À UEPB, instituição na qual me formei e segui no mestrado, por toda estrutura fornecida e por ter possibilitado o contato à excelentes profissionais, juntamente a toda equipe do mestrado de Ecologia e Conservação (PPGEC). A Júlio Pôrto, secretário do PPGEC, sempre disposto a resolver os problemas da melhor maneira possível, com muito humor envolvido.

À CAPES pela concessão da bolsa do mestrado.

À banca examinadora por ter aceitado o convite e por todas as contribuições, as quais foram enriquecedoras e somente somaram ao meu trabalho.

Enfim, meus singelos agradecimentos, muito obrigada a todos que direta ou indiretamente fizeram parte na concretização deste trabalho!

RESUMO

A temperatura interfere no ciclo de vida dos mosquitos *Aedes aegypti* e *Ae. albopictus*, provocando alterações na sua distribuição, dispersão, estabelecimento e nos seus aumentos populacionais. O objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito de diferentes temperaturas no desenvolvimento desses mosquitos em campo, além de verificar se havia competição interespecífica modulada pela temperatura. A pesquisa foi conduzida com ovos coletados nos períodos de seca e chuva, no município de Campina Grande (PB), utilizando armadilhas do tipo ovitrampas. Em campo avaliou-se o efeito da temperatura sobre os índices de positividade de ovos (IPO) e de densidade de ovos (IDO) para verificar a predominância de uma espécie sobre a outra. O IPO de *Ae. aegypti* foi mais baixo no período de chuva (42,2%) e IDO de 40,63, quando comparados aos índices verificados no período de seca (77,77%, 64,54), respectivamente. Todavia, foi verificado em um dos pontos de coleta IDO de 54,35 no período chuvoso. Ainda no período chuvoso e, apenas no ponto A de coleta foi registrado *Ae. albopictus* com IPO de 4,44% e IDO 18,5. Observou-se que os ovos de *Ae. aegypti* se distribuem heterogeneamente nos pontos ($X^2 = 2.2 \cdot 10^{-16}$; $P < 0.05$). Bioensaios de laboratório mostraram que *Ae. aegypti* se sobrepõe sobre *Ae. albopictus*, independente da proporção de suas populações, devido o *Ae. albopictus* ser mais sensível do que o *Ae. aegypti*. Verificou-se que 25 °C é a temperatura ideal para o desenvolvimento de ambas as espécies, por apresentarem uma maior eclosão larval. Os dados reforçam a necessidade de se estudar a temperatura na interação desses mosquitos, pois juntamente com outros fatores abióticos ela pode desempenhar um papel crucial na permanência das espécies no ambiente, podendo afetar a taxa de oviposição e o número de ovos viáveis.

Palavras-chave: Mosquitos. Vetores de arboviroses. Interação vetor-vetor. Temperatura.

ABSTRACT

The temperature interferes in the life cycle of the mosquitoes *Aedes aegypti* and *Ae. albopictus*, causing changes in their distribution, dispersion; in its establishment and in its population explosions. The objective of the present work was to evaluate the effect of different temperatures on the development of these mosquitoes in the field, besides verifying if there was interspecific competition modulated by the temperature. The research was conducted with eggs collected in the seasons of drought and rain, in the municipality of Campina Grande (PB), using traps of the ovitrampas type. In the field, the effect of temperature on egg positivity (IPO) and egg density (IDO) was evaluated to verify the predominance of one species over the other. The IPO of *Ae. aegypti* was lower in the rainy season (42.2%) and IDO (40.63) than in the dry season (77.77%, 64.54), respectively. However, it was verified at one of the IDO collection points of 54.35 in the rainy season. Also in the rainy season, only *Ae. albopictus* with IPO of 4.44% and IDO 18.5. It was observed that *Ae. aegypti* are distributed heterogeneously at the points ($X^2 = 2.2 \text{ e-}16$; $P < 0.05$). Laboratory bioassays have shown that *Ae. aegypti* overlies *Ae. albopictus*, regardless of the proportion of its populations, because *Ae. albopictus* is more sensitive than *Ae. aegypti*. It has been found that 25 ° C is the ideal temperature for the development of both species, due to a larger larval hatching. The data reinforce the need to study the temperature in the interaction of these mosquitoes, since together with other abiotic factors it can play a crucial role in the permanence of the species in the environment, which can affect the rate of oviposition and the number of viable eggs.

Keywords: Mosquitoes. Vectors of arboviruses. Vector-vector interaction. Temperature.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** – Adultos de *Aedes aegypti* (A) e *Aedes albopictus* (B) mostrando algumas diferenças e o detalhe do tórax de ambas as espécies..... 16
- Figura 2** - Distribuição e morfologia das escamas do oitavo segmento abdominal e pécten de larvas de *Aedes aegypti* (A) e *Aedes albopictus* (B)..... 16
- Figura 3** – Espículas hialinas látero-torácicas de larvas de *Aedes aegypti* (A) e *Aedes albopictus* (B), respectivamente..... 17
- Figura 4** - Pontos georreferenciados (A e B) para coleta de ovos de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*, demarcados no bairro do Catolé, no município de Campina Grande – PB..... 34
- Figura 5** – Armadilha do tipo ovitrampa usada para coletar ovos de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) em campo..... 34
- Figura 6** – Relação do número total de ovos de *Aedes aegypti* nos períodos de chuva e seca em função da presença de vegetação (A) e ausência de vegetação (B). Campina Grande, PB, ano 2016-2017..... 37
- Figura 7** - Áreas de vegetação (circuladas em vermelho) onde foi encontrado maior número de ovos de *Aedes albopictus*. Bairro do Catolé - município de Campina Grande – PB..... 39
- Figura 8** – Índice de positividade de ovos (IPO) de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* no ponto A (com vegetação), relacionado com as temperaturas nos períodos de chuva (2016) e seca (2017), e do *Aedes aegypti* no ponto B (sem vegetação). Dados amostrais de Campina Grande, PB..... 41
- Figura 9** - Índice de densidade de ovos (IDO) de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*, no ponto A (com vegetação), relacionado com as temperaturas nos

períodos de chuva (2016) e seca (2017), e do *Aedes aegypti* no ponto B (sem vegetação). Dados amostrais de Campina Grande, PB..... 42

Figura 10 – Relação do efeito da proporção e da temperatura no desenvolvimento do *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*..... 53

Figura 11 - Média do número de ovos de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* obtidos após os repastos sanguíneos em diferentes proporções e temperaturas..... 54

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Viabilidade e número de ovos de <i>Aedes aegypti</i> (AEG) e <i>Aedes albopictus</i> (ALB), coletados com armadilhas do tipo ovitrampa no bairro do Catolé - Campina Grande – PB. Período chuvoso (2016) e de seca (2017).....	36
Tabela 2 - Índices de Positividade de Ovos (IPO) e de Densidade de Ovos (IDO) do <i>Aedes aegypti</i> (AEG) e <i>Aedes albopictus</i> (ALB), Campina Grande – PB. Período chuvoso (2016) e de seca (2017), nos pontos A (com vegetação) e B (sem vegetação).....	40
Tabela 3 - Influência proporcional de <i>Aedes aegypti</i> e <i>Aedes albopictus</i> sobre cada fase do seu desenvolvimento.....	51
Tabela 4. Média de larvas eclodidas de <i>Aedes aegypti</i> e <i>Aedes albopictus</i> em diferentes proporções em função do aumento gradativo da temperatura.....	55

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AEG – *Aedes aegypti*

ALB – *Aedes albopictus*

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária

B.O.D – Biochemical Oxygen Demand

DENV – Vírus dengue

Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

hab. – Habitantes

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IDO – Índice de Densidade de Ovos

IIP – Índice de Infestação Predial

IPO – Índice de Positividade de Ovos

LIRAA – Levantamento Rápido do Índice de Infestação por *Aedes aegypti*

L1 – Larva de primeiro instar

L2 - Larva de segundo instar

L3 - Larva de terceiro instar

L4 - Larva de quarto instar

PNCD - Programa Nacional de Controle da Dengue

OMS – Organização Mundial da Saúde

OPS - Organización Panamericana de la Salud

SE – Semana Epidemiológica

UEPB – Universidade Estadual da Paraíba

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL.....	14
Aspectos biológicos e ecológicos de <i>Aedes aegypti</i> e <i>Aedes albopictus</i>	14
Diferenças morfológicas entre <i>Aedes aegypti</i> e <i>Aedes albopictus</i>	15
Competição entre <i>Aedes aegypti</i> e <i>Aedes albopictus</i>	17
Influência da temperatura sobre <i>Aedes aegypti</i> e <i>Aedes albopictus</i>	18
Importância epidemiológica.....	20
REFERÊNCIAS	22
CAPÍTULO I - INFLUÊNCIA SAZONAL SOBRE A DENSIDADE POPULACIONAL DE <i>Aedes (Stegomyia) aegypti</i> (Linnaeus, 1762) e <i>Aedes (Stegomyia) albopictus</i> (Skuse, 1894) NO MUNICÍPIO DE CAMPINA GRANDE, PARAÍBA, BRASIL.....	30
RESUMO.....	30
ABSTRACT.....	30
INTRODUÇÃO.....	31
MATERIAIS E MÉTODOS.....	33
Coleta e identificação das espécies.....	33
Predominância entre <i>Aedes aegypti</i> e <i>Aedes albopictus</i> em campo.....	35
Análise estatística.....	36
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	36
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	43
REFERÊNCIAS.....	43
CAPÍTULO II - EFEITO DA TEMPERATURA SOBRE A COMPETIÇÃO ENTRE <i>Aedes (Stegomyia) aegypti</i> (Linnaeus, 1762) e <i>Aedes (Stegomyia) albopictus</i> (Skuse, 1894) (DIPTERA: CULICIDAE).....	47
RESUMO.....	47
ABSTRACT.....	47
INTRODUÇÃO.....	48
MATERIAIS E MÉTODOS.....	49
Obtenção das amostras populacionais de <i>Aedes aegypti</i> e <i>Aedes albopictus</i>	49
Técnica de manutenção de <i>Aedes aegypti</i> e <i>Aedes albopictus</i> em laboratório.....	50

Relação entre temperatura e competição entre <i>Aedes aegypti</i> e <i>Aedes albopictus</i> em laboratório.....	50
Análise dos dados.....	50
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	51
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	56
REFERÊNCIAS.....	56
APÊNDICE.....	60

INTRODUÇÃO GERAL

Aspectos biológicos e ecológicos de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*

Aedes aegypti (Linnaeus, 1762) e *Aedes albopictus* (Skuse, 1894) são insetos pertencentes à família Culicidae, ambos relacionados com a transmissão de arbovírus de importância em saúde pública (FORATTINI, 2002). São mosquitos que possuem um ciclo de vida do tipo holometábolo que compreendem as fases de ovo, larva (L1, L2, L3 e L4), pupa e adulto; com vida curta, cerca de 15 a 30 dias em regiões tropicais (BESERRA et al., 2006).

A permanência desses mosquitos no ambiente está altamente associada aos fatores biológicos e antropogênicos que acabam provocando mudanças na epidemiologia das doenças por eles veiculadas e no seu próprio comportamento (COSTA et al., 2016). São mosquitos encontrados em quase todo o mundo, com exceção dos locais permanentemente congelados (FORATTINI, 2002), e apresentam ampla distribuição, principalmente nos países tropicais, devido aos fatores climáticos e socioambientais, tendo em vista que o crescimento urbano acelerado e as atividades humanas acabam favorecendo a adaptação dos mesmos (COSTA et al., 2016).

Fatores como mudanças demográficas em populações humanas, urbanização, volume de tráfego internacional, falta de abastecimento regular de água, falhas nos programas de controle de vetores por conta da resistência aos inseticidas e picos sazonais na população dos vetores são determinantes para a permanência desses insetos nos seus locais de ocorrência (CHEDIAK et al., 2016). Além disso, fatores climáticos como o aquecimento global e os fenômenos *El Niño* e *La Niña*, que estão relacionados com a intensidade das chuvas e as modificações da biodiversidade nas regiões intertropicais, também influenciam na permanência desses mosquitos nesses locais (MOHAMMED, 2011).

O *Ae. aegypti* tem um comportamento urbano, devido a sua estreita associação com o homem (NATAL, 2002), depositando seus ovos em criadouros artificiais, como descartáveis presente no ambiente, vasos de plantas, pneus, garrafas, caixas d'água (GOMES et al., 2005). Já o *Ae. albopictus* é mais frequente em áreas rurais, semi-silvestres e silvestres, áreas periféricas e com maior presença de vegetação (CHIARAVALLI NETO et al., 2002; RÍOS-VELASQUEZ et al., 2007), colonizando vários tipos de recipientes naturais e também artificiais (NATAL et al.,

1997). Contudo, essa espécie vem sendo encontrada com maior frequência em ambientes urbanos (SEGURA et al., 2003; GOMES et al., 2005; ALMEIDA et al., 2006; MARTINS et al., 2006; PESSOA et al., 2013), o que demonstra a sua dispersão do ambiente silvestre para o urbano (ALBUQUERQUE et al., 2000).

No Brasil, a introdução do *Ae. aegypti* ocorreu provavelmente entre os séculos XVI e XIX durante o comércio de escravos (CONSOLI; OLIVEIRA, 1994). A partir do século XX, o combate ao mosquito foi altamente intensificado devido ao grande número de casos da febre amarela urbana e de casos de óbitos provocados pela doença (COSTA et al., 2011). Depois de ter sido erradicada (FRANCO, 1969; BRAGA; VALLE, 2007), voltou a ser reintroduzida no país devido a falhas na vigilância epidemiológica e ao grande crescimento populacional (OSANAI et al., 1983; ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD, 1997).

O primeiro registro do *Ae. albopictus* no Brasil foi no ano de 1986, no Rio de Janeiro (FORATTINI, 1986). Martins et al. (2010) verificou a presença do mosquito em áreas totalmente urbanizadas, encontrado em quase 71% dos bairros da cidade de Fortaleza. Vários aspectos da biologia do *Ae. albopictus*, como a capacidade de se desenvolver em diferentes tipos de habitats, hábitos alimentares ecléticos, resistência dos ovos à dessecação, adaptabilidade a diferentes condições climáticas e capacidade de viver em ambientes antrópicos conferem o sucesso da espécie como invasora (SERRÃO, 2004). Fatores ambientais e sociais, como clima, a densidade demográfica e a atividade econômica da população humana também estão envolvidos na dispersão e na expansão geográfica dessas populações (ALENCAR, 2008).

O repasto sanguíneo executado pelas fêmeas desses mosquitos é necessária para que possa ocorrer o processo de maturação dos seus ovos, que se desenvolvem por meio das proteínas que são fornecidas pelo sangue do hospedeiro (FONSECA; FIGUEIREDO, 2006). Através deste processo de hematofagia, as fêmeas destes mosquitos se tornam importantes agentes na transmissão de doenças graves como a dengue, febre amarela, chikungunya e zika (FONSECA; FIGUEIREDO, 2006).

Diferenças morfológicas entre *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*

Os adultos do *Ae. aegypti* e do *Ae. albopictus* possuem escamas claras formando ornamentos branco-prateados típicos no tórax. O *Ae. aegypti* apresenta duas faixas longitudinais curvilíneas, uma em cada lado do tórax, formando um desenho comparado

ao instrumento musical lira, tendo em sua porção mediana duas faixas longitudinais mais estreitas (Fig. 1A). Enquanto *Ae. albopictus* possui desenhos com escamas prateadas no formato de uma linha longitudinal mediana no escudo (Fig. 1B). No abdômen e nas pernas de ambas as espécies existem manchas branco-prateadas e no clípeo dois tufos de escamas também branco-prateadas para *Ae. aegypti*, enquanto os adultos de *Ae. albopictus* são bastante escuros (CONSOLI; OLIVEIRA, 1994; PESSOA et al., 2013) (Fig. 1A e 1B).

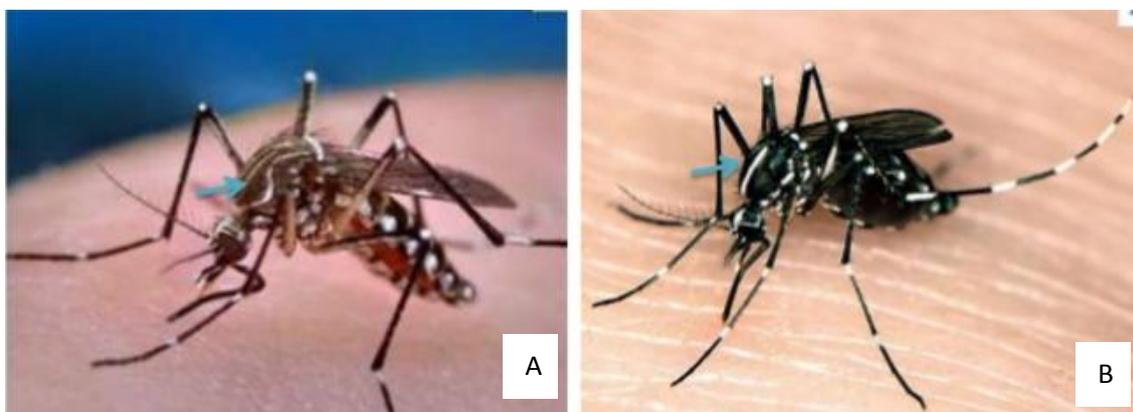


Figura 1 – Adultos de *Aedes aegypti* (A) e *Aedes albopictus* (B) mostrando algumas diferenças e o detalhe do tórax de ambas as espécies. Fonte: Abdul Alim (2014).

Na fase larval, estas espécies diferem pela estrutura do pécten do oitavo segmento abdominal que são estruturas simples, com apenas um espinho central em cada escama e com borda serrilhada no *Ae. albopictus* (Fig. 2A). As escamas do *Ae. aegypti* possuem três espinhos bem definidos (Fig. 2B). Diferem também por suas espículas hialinas látero-torácico que são curtas no *Ae. albopictus* (Fig. 3A), enquanto que no *Ae. aegypti* são mais longas (Fig. 3B) (ALENCAR, 2008).

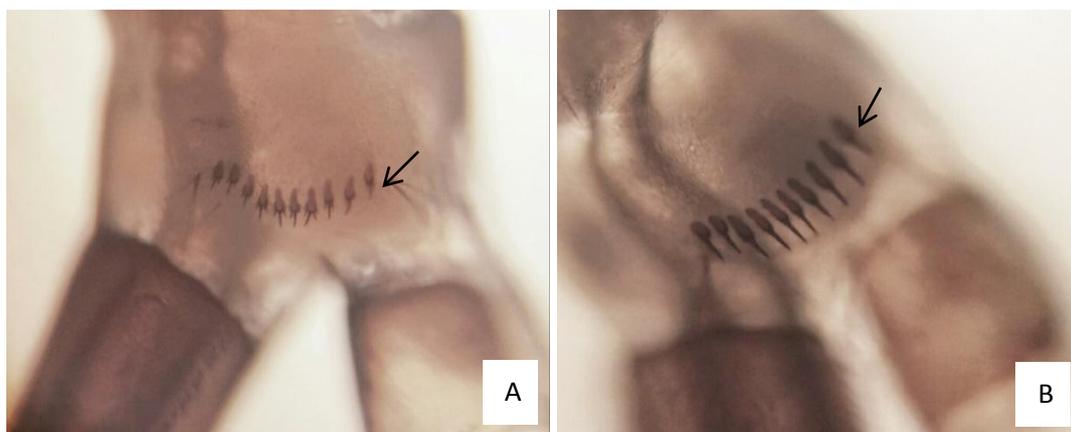


Figura 2 – Distribuição e morfologia das escamas do oitavo segmento abdominal e pécten de larvas de *Aedes aegypti* (A) e *Aedes albopictus* (B).

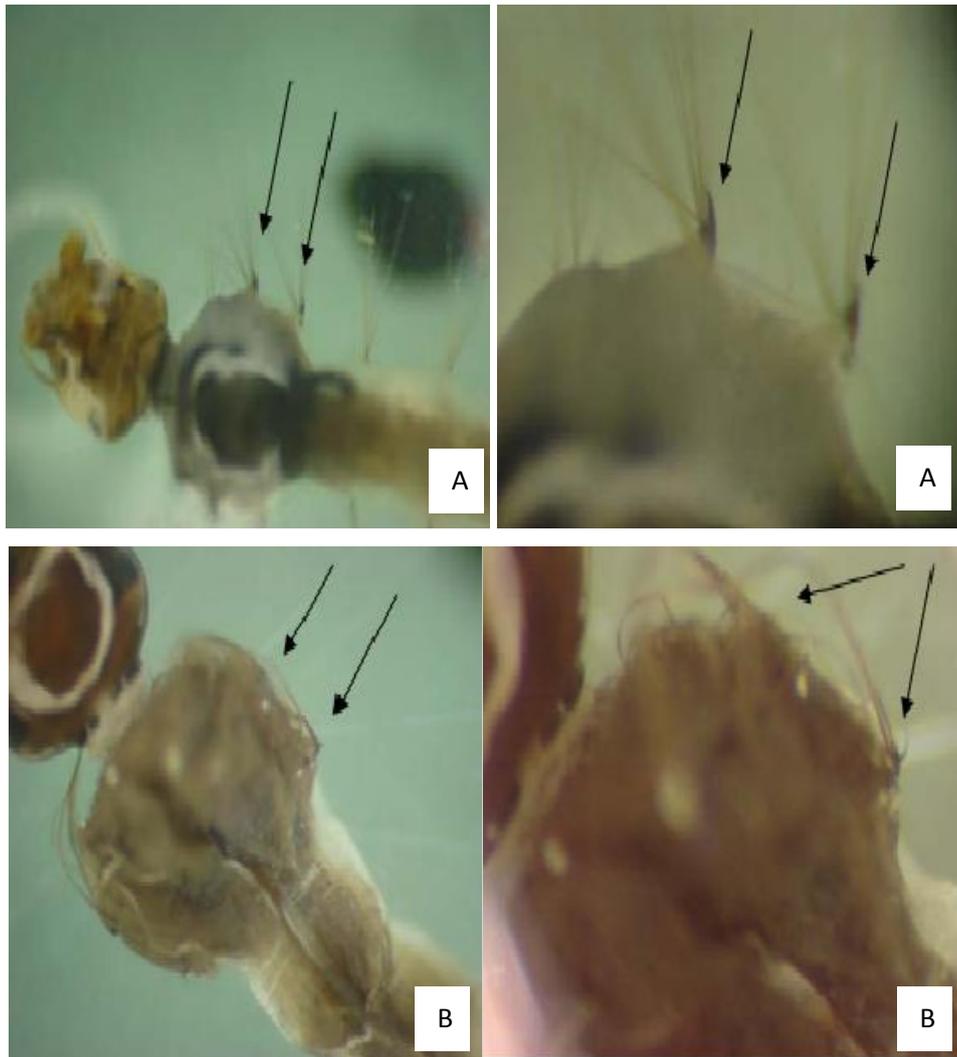


Figura 3 – Espículas hialinas látero-torácicas de larvas de *Aedes Aedes aegypti* (A) e *Aedes albopictus* (B), respectivamente. Fonte: ALENCAR (2008).

Competição entre *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*

Aedes aegypti e *Ae. albopictus* possuem nichos ecológicos semelhantes, o que gera a existência de competição interespecífica (SERPA et al., 2008). A mudança na distribuição dessas espécies pode ocorrer devido ao descolamento de uma delas quando submetida a redução ou ausência de recursos necessários ao seu desenvolvimento, resultando na sobreposição das espécies e conseqüentemente na competição interespecífica (NATAL, 2002). Frequentemente, larvas de *Ae. albopictus* têm sido encontradas compartilhando os mesmos criadouros de larvas de *Ae. aegypti* (BRAKS et al., 2003), gerando a variações nas taxas de desenvolvimento de ambas as espécies, de

acordo com a densidade de indivíduos e o tipo de oferta de alimento (BARRERA, 1996).

A capacidade dessas espécies coexistirem e competirem nos mesmos criadouros deve-se ao seu padrão genético, as pressões ambientais e humanas, e ao processo evolutivo das mesmas (JULIANO et al., 2004; BRAKS et al., 2004; MARTINS et al., 2010). Esses estudos têm sugerido algumas diferenças como a superioridade competitiva de larvas de *Ae. albopictus* sobre as larvas de *Ae. aegypti* em condições de campo e de laboratório. No entanto, Passos et al (2003) verificaram a predominância de *Ae. aegypti* sobre o *Ae. albopictus* em área urbana, indicando que seu crescimento populacional parece ter afetado a chance de sua coexistência. Os autores sugeriram que algum processo de seleção natural possa estar atuando e contribuindo para levar à separação das duas espécies.

Os resultados indicam que o impacto desse fenômeno biológico, associado à densidade de imaturos no criadouro, pode variar sazonalmente, conforme discute Serpa et al. (2006). Em 2008, Serpa e seus colaboradores verificaram o desenvolvimento larval de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* e observaram que o *Ae. aegypti* tem maior capacidade competitiva do que o *Ae. albopictus* em densidade intermediária, enquanto que em densidades altas a sobrevivência de larvas de *Ae. aegypti* foi inferior.

Influência da temperatura sobre *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*

A temperatura, influencia a sobrevivência e reprodução dos mosquitos, transmissores de doenças infecciosas (SILVA et al., 2007), pois causa interferência na distribuição, dispersão, estabelecimento e explosões populacionais (EPSTEIN, 2001; GLASSER; GOMES, 2002; BESERRA et al., 2006; BESERRA et al., 2009; FARNESI et al. 2009, LENDRUM et al., 2015; MARINHO et al., 2015).

A faixa de temperatura ótima para o desenvolvimento e taxa de sobrevivência da maioria dos insetos é entre 15 °C e 38 °C (GALLO et al., 2002). Com o aumento da temperatura vários mosquitos transmissores de doenças podem acabar dispersando para outras regiões que favoreçam seu desenvolvimento ou até mesmo acarretando adaptações através de modificações em sua morfologia, fisiologia e comportamento (GITHEKO et al., 2000).

As populações de insetos transmissores de doenças podem ser influenciadas pelo aumento e diminuição da temperatura, afetando o período de duração do ciclo de vida

dos mesmos (CALADO; SILVA, 2002), provocando maiores ou menores taxas de sobrevivência (DELATTE et al., 2009). Desse modo, a temperatura torna-se um fator determinante no ciclo de vida do *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus*, tornando-se um fator limitante quando atinge extremos altos e baixos com relação à exigência térmica dos mosquitos (GLASSER; GOMES, 2002).

A colonização dos mosquitos está associada à adaptação as diferentes temperaturas (GLASSER; GOMES, 2002). Algumas espécies mostram maior capacidade de se adaptarem a mudanças ambientais. Nos ambientes tropicais, os insetos tendem a suportarem ampla variação de temperatura e umidade relativa (SCHOWALTER, 2006). Alterações no metabolismo, no desenvolvimento e na reprodução dos mosquitos podem ser provocadas pela diferença de temperatura (PANIZZI; PARRA, 2009), sendo possível se observar interferência em atividades de repasto sanguíneo das fêmeas de mosquitos, padrão de oviposição, ciclo de desenvolvimento, longevidade e viabilidade, velocidade de produção de ovos (YASUNO; TONN, 1970; BESERRA et al., 2006; ALENCAR, 2008; DELATTE et al., 2009; RIBACK, 2009; NOIA, 2013; MARINHO et al., 2015).

A espécie *Ae. aegypti* persiste no paralelo de 45° N e 35° S, fora isso ele raramente permanece (DONALÍSIO; GLASSER, 2002). Projeções do aumento de 2 °C na temperatura para o final do século XXI provavelmente aumentarão a extensão da latitude e altitude da distribuição do dengue no planeta (GITHEKO et al., 2000). O clima da região de Campina Grande é tropical com estação seca, apresentando chuvas durante o outono e o inverno e apresenta temperaturas máximas anuais de 30 °C no verão e de 18 °C em dias de inverno, já as mínimas ficam em torno de 20 °C à 15 °C (KÖPPEN-GEIGER, 2012).

Calado e Silva (2002) verificaram que os estágios imaturos de *Ae. albopictus* são mais susceptíveis durante os períodos de baixas temperaturas devido ao maior tempo necessário para completar o desenvolvimento. Esses autores verificaram em laboratório que o desenvolvimento larval foi mais breve e com maior viabilidade nas temperaturas de 20 °C a 30 °C do que a 15 °C.

Portanto, estudos em diferentes temperaturas, latitudes, condições ambientais e sanitárias que visem ao monitoramento desses vetores, tornam-se ferramentas importantes para a melhoria dos programas de controle, uma vez que o controle vetorial é o principal método de prevenir epidemias das doenças transmitidas por esses mosquitos (COSTA et al., 2011).

Importância epidemiológica

As doenças transmitidas por mosquitos são de grande preocupação para a saúde pública global. O mosquito *Ae. aegypti* é considerado o principal vetor do vírus da dengue no Brasil (MARTINS et al., 2010), podendo ainda transmitir outras viroses como a chikungunya, a zika e a febre amarela, doenças que apresentam um rápido processo de dispersão rumo ao endemismo nas Américas (VASCONCELOS, 2015). Já *Ae. albopictus*, apesar de ser considerado um vetor secundário de doenças em zonas rurais e urbanas no Brasil, ainda não foi implicado em surtos ou epidemias dessas doenças no país. Contudo *Ae. albopictus*, mostra-se competente à infecção da febre amarela e do vírus da encefalite equina venezuelana sob condições laboratoriais (MILLER; BALLINGER, 1988) e à transmissão de 22 outros arbovírus em condições de laboratório (MARTINS et al., 2010). Contudo, o vírus DEN-1 do dengue já foi registrado em uma larva de *Ae. albopictus* na cidade de Campos Altos, MG (SERUFO et al., 1993). Dos 27 estados brasileiros apenas no Acre, no Amapá e no Sergipe não existem registros da presença do mosquito *Ae. albopictus* (PANCETTI et al., 2015).

A dengue tem como agente etiológico um arbovírus pertencente à família Flaviviridae, do gênero *Flavivirus*, reconhecidos em quatro sorotipos (DENV-1, DENV-2, DENV-3 e DENV-4) (HENCHAL; PUTNAK, 1990; GUBLER, 1998). No ano de 2013, na Malásia, foi descoberto um quinto sorotipo, o DENV-5, e esse segue o ciclo silvestre diferentemente dos outros quatro que seguem naturalmente o ciclo humano. O seu aparecimento dificulta, ainda mais, a criação de uma vacina contra a dengue, pois para ela ser eficaz teria que dar proteção contra todos os sorotipos, tornando-se uma tarefa bastante difícil (MUSTAFA et al., 2015).

A razão do surgimento do sorotipo DENV-5 ainda não foi totalmente esclarecida, mas pode estar relacionado aos processos de recombinação genética e seleção natural. O surgimento desse novo sorotipo acabou levantando especulações da existência de outros sorotipos que ainda não foram identificados (MUSTAFA et al., 2015). Foi detectado um caso do sorotipo DENV-5 em um humano, fato que pode estar associado à diversos fatores como os processos de desmatamento; crescimento desordenado e habitações em situações precárias, o que pode acabar interferindo na dispersão do mosquito para o meio urbano e conseqüentemente no ciclo do sorotipo que é naturalmente silvestre (MUSTAFA et al., 2015).

Uma epidemia de dengue pode trazer diversas consequências nas áreas da saúde, da economia e da educação, chegando a afetar diversas áreas sociais, sobretudo induzir a ressurgência de epidemias de dengue mais frequentes e mais severas no país (COSTA et al., 2016). Numerosos casos prováveis de dengue foram registrados no ano de 2016 no Brasil, cerca de 1.500.535. Em 2017, até o mês de maio, foram registrados 144.326 casos prováveis de dengue no país, com uma incidência de 70 casos/100 mil habitantes. O estado da Paraíba/NE apresentou 1.297 dos 45.431 casos registrados no ano de 2017, contra 29.933 observados em 2016 (BOLETIM EPIDEMIOLÓGICO, 2017).

A Dengvaxia®, produzida pelo laboratório Sanofi Pasteur, é a primeira vacina contra a dengue a ser oferecida na rede privada. Essa vacina oferece proteção contra os quatro sorotipos existentes da doença no país (tipos 1, 2, 3 e 4). A ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) aprovou, no Brasil, o uso da vacina em indivíduos de 9 a 45 anos que vivem em áreas endêmicas. Essa vacina mostra-se eficaz, chegando a reduzir cerca de 93% dos casos de dengue graves (SANOFI PASTEUR, 2015).

O Chikungunya é um vírus da família Togaviridae, do gênero *Alphavirus*. Embora quadros severos dessa doença não sejam comuns, manifestações neurológicas, como encefalite, meningoencefalite, mielite, síndrome de Guillain Barré; erupções cutâneas bolhosas e miocardite podem trazer gravidade aos casos, principalmente em bebês e idosos (DONALISIO; FREITAS, 2015).

Já o vírus da zika é um flavivírus (OMS, 2016). Esse vírus foi possivelmente introduzido no Brasil na época da Copa do Mundo realizada em 2014, e desde então vem mostrando uma enorme capacidade de dispersão (VASCONCELOS, 2015). Foi inicialmente registrado no Rio Grande do Norte e na Bahia (ZANLUCA et al., 2015; CAMPOS et al., 2015), e em 2015 foi notificada a associação entre a infecção pelo vírus Zika, a síndrome de Guillain-Barré e a microcefalia (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2015; OMS, 2016).

O vírus da febre amarela também pertence ao gênero *Flavivirus*, da família Flaviviridae. A primeira epidemia da febre amarela no Brasil ocorreu em Recife, em 1685 (FRANCO, 1969). Em 1942, o país investiu e alcançou êxito no controle dessa virose que por meio do desenvolvimento técnico e científico eliminou a transmissão urbana e em 1958 influenciou a campanha de erradicação do *Ae. aegypti* das Américas (COSTA, et al., 2011). Esse vírus causa uma doença infecciosa não-contagiosa causada por um arbovírus mantido em ciclos silvestres (VASCONCELOS, 2003).

O risco de reurbanização do vírus da febre amarela torna-se um caso preocupante, tendo em vista que recentemente ocorreram surtos epidêmicos da doença em Minas Gerais nos anos de 2001 e 2003. A dispersão dos casos de febre amarela confirmados em janeiro de 2008 não chegou a configurar uma epidemia, contudo, a dispersão do vírus não é um caso desprezível e merece todo o cuidado (CAMACHO, 2008). Além disso, tem-se sugerido que o *Ae. albopictus* pode contribuir para o estabelecimento do vírus no meio urbano, servindo como elo dos ciclos silvestre e urbano do vírus da febre amarela no Brasil (GOMES et al., 2008).

Um grande desafio do setor sanitário e da saúde pública é reverter a tendência do aumento de epidemias, e o principal método do controle da doença está direcionado à eliminação dos focos do mosquito transmissor (COSTA et al., 2016), por meio de estratégias adotadas pelo Programa Nacional de Controle da Dengue (PNCD), instituídos pelo Ministério da Saúde em 1996 (FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE, 1996).

Devido ao papel ecológico e epidemiológico desses insetos e da semelhança de nichos entre eles, cujo ciclo de vida acontece essencialmente nos mesmos criadouros artificiais, os quais ocorrem em áreas de grande concentração humana, é que se propôs a realização deste trabalho, acreditada na sua relevância para a saúde pública por se tratar de mosquitos transmissores de doenças que afetam a população humana.

O estudo foi estruturado em dois capítulos. O primeiro capítulo tratou de verificar a interação do *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* em campo, nos períodos de chuva e seca, analisando relações da temperatura sobre índices entomológicos. Já o capítulo II tratou de verificar a competição entre o *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* em condições de laboratório, através da predominância larval, além de analisar o efeito da temperatura na competição e no desenvolvimento biológico dos mesmos.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, C. M. R. Primeiro registro de *Aedes albopictus* em área da Mata Atlântica, Recife, PE, Brasil. **Revista de Saúde Pública**, vol.34, n.3, p.314-315. 2000.

ALENCAR, C. H. M. **Infestação pelo *Aedes albopictus* (Skuse), em criadouros naturais e artificiais encontrados em áreas verdes na cidade de Fortaleza-Ceará.** Fortaleza, 2008.

ALMEIDA, P. S.; FERREIRA, A. D.; PEREIRA, V. L.; FERNANDES, M. G.; FERNANDES, W. D. Distribuição espacial de *Aedes albopictus* na região sul do Estado de Mato Grosso do Sul. **Revista Saúde Pública**, vol.40, n.6, p.1094-1100. 2006.

BARBOSA, G. L.; LOURENÇO, R. W. Análise da distribuição espaço-temporal de dengue e da infestação larvária no município de Tupã, Estado de São Paulo. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, vol.43, n.2, p.145-151. 2010.

BARRERA, R. Competition and resistance to starvation in larvae of container-inhabiting *Aedes* mosquitoes. **Ecological Entomology**, vol.21, n.2, p.117-127. 1996.

BESERRA, E. B.; CASTRO- JÚNIOR, F. P.; SANTOS, J. W.; SANTOS, T. D.; FERNANDES, C. R. M. Biologia e Exigências Térmicas de *Aedes aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae) Provenientes de Quatro Regiões Bioclimáticas da Paraíba. **Neotropic Entomology**, vol.35, n.6, p.853-860. 2006.

BESERRA, E. B.; FERNANDES, C. R. M.; SILVA, S. A. O.; SILVA, L. A.; SANTOS, J. W. Efeitos da temperatura no ciclo de vida, exigências térmicas e estimativas do número de gerações anuais de *Aedes aegypti* (Diptera, Culicidae). **Iheringia**, vol. 99, n.2, p.142-148. 2009.

BOLETIM EPIDEMIOLÓGICO. Monitoramento dos casos de dengue, febre de chikungunya e febre pelo vírus Zika até a Semana Epidemiológica 19, 2017. **Secretaria de Vigilância em Saúde – Ministério da Saúde**, vol. 48, n.16. 2017.

BRAGA, I. A.; VALLE, D. *Aedes aegypti*: histórico do controle no Brasil. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, vol.16, n.2, p.113-118. 2007.

BRAKS, M. A.; HONORIO, N. A.; LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, R.; JULIANO, S. A.; LOUNIBOS, L. P. Convergent habitat segregation of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in southeastern Brazil and Florida. **Journal of Medical Entomology**, vol.40, n.6, p.785-794. 2003.

BRAKS, M. A. H.; HONÓRIO, N. A.; LOUNIBOS, L. P.; OLIVEIRA, L. R.; JULIANO, S. A. Inter-specific competition between two invasive species of container mosquitoes, *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae), in Brasil. **Annals of the Entomological Society of America**, vol.97, n.1, p.130-139. 2004.

CALADO, D. C.; SILVA, M. A. N. Influência da temperatura sobre o *Aedes albopictus*. **Revista de Saúde Pública**, vol.36, n.2, p.173-179. 2002.

CAMACHO, L. A. B. Febre amarela e saúde pública no Brasil. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, vol.24, n.3, p.482-483. 2008.

CAMPOS, G. S.; BANDEIRA, A. C.; SARDI, S. I. Zika Virus outbreak, Bahia, Brazil. **Emerging Infectious Diseases**, vol.21, n.10, p.1885-1886. 2015.

CHEDIAK, M.; PIMENTA JR, F. G.; COELHO, G. E.; BRAGA, I. A.; LIMA, J. B. P.; CAVALCANTE, K. R. L. J.; SOUZA, L. C.; SANTOS, M. A. V. M.; MACORIS, M. L. G.; ARAÚJO, A. P.; AYRES, C. F. J.; ANDRIGHETTI, M. T. M.; GOMES, R. G. A.; CAMPOS, K. B.; GUEDES, R. N. C. Spatial and temporal country-wide survey of temephos resistance in Brazilian populations of *Aedes aegypti*. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, vol.111, n.5, p.311-321. 2016.

CHIARAVALLOTI NETO, F.; DIBO, M. R.; BARBOSA, A. A. C.; BATTIGAGLIA, M. *Aedes albopictus* (S) na região de São José do Rio Preto, SP: estudo da sua infestação em área já ocupada pelo *Aedes aegypti* e discussão de seu papel como possível vetor de dengue e febre amarela. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, Uberaba, vol. 35, n.4, p.351-357. 2002.

CONSOLI, R. A. G. B.; OLIVEIRA, R. L. Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil. Rio de Janeiro: **Fiocruz**, 1994.

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

COSTA, A. R.; SANTANA, C. M.; SILVA, V. L.; PINHEIRO, J. A. F.; MARQUES, M. M. M.; FERREIRA, P. M. P. Análise do controle vetorial da dengue no sertão piauiense entre 2007 e 2011. **Caderno de Saúde Coletiva**, vol.24, n.3, p.275-281. 2016.

DELATTE, H.; GIMONNEAU, G.; TRIBOIRE, A.; FONTENILLE, D. 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. 2009.

DONALISIO, M. R.; GLASSER, C. M. Vigilância Entomológica e Controle de Vetores do Dengue. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, vol.5, n.3, p.259-279. 2002.

DONALISIO, M. R.; FREITAS, A. R. R. Chikungunya no Brasil: um desafio emergente. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, vol.18, n.1, p.283-285. 2015.

EPSTEIN, P.R. Climate change and emerging infectious diseases. **Microbes And Infection, Instituto Pasteur**, vol.3, n.9, p.747-754. 2001.

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

FONSECA, B. A. L.; FIGUEIREDO, L. T. M. **Tratado de Infectologia. Febre Amarela**. 2 ed., Atheneu, São Paulo, 2006.

FORATTINI, O. P. **Culicidologia Médica**. São Paulo: Edusp. 2002.

FRANCO, O. História da Febre Amarela no Brasil. **Ministério da Saúde – Departamento Nacional de Endemias Rurais**. Rio de Janeiro, 1969.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE (Brasil). **Plano diretor de erradicação do *Aedes aegypti* do Brasil**. Brasília, 1996.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, L. P. L.; BATISTA, G. C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, p.919. 2002.

GITHEKO, A. K.; LINDSAY, S. W.; CONFALONIERI, U. E.; PATZ, J. A. Climate change and vector-borne diseases: a regional analysis. **World Health Organization**, vol.78, n.9, p.1136-1147. 2000.

GLASSER, C. M.; GOMES, A. C. Clima e sobreposição da distribuição de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* na infestação do Estado de São Paulo. **Revista de Saúde Pública**, vol.36, n.2, p.166-172. 2002.

GOMES, A. C.; SOUZA J. M. P.; BERGAMASCHI, D. P.; SANTOS, J. L. F.; ANDRADE, V. R.; LEITE, O. F.; RANGEL, O.; SOUZA, S. S. L.; GUIMARÃES, N. S. N.; LIMA, V. L. C. Atividade antropofílica de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* em área sob controle e vigilância. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, vol.39, n.2, p.206-210. 2005.

GOMES, A. C.; TORRES, M. A.; GUTIERREZ, M. F.; LEMOS, F. L.; LIMA, M. L.; MARTINS, J. F.; COSTA, Z. G. Registro de *Aedes albopictus* em áreas epizoóticas de

febre amarela das Regiões Sudeste e Sul do Brasil (Diptera:Culicidae). **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, vol.17, n.1, p.71-76. 2008.

GUBLER, D. J. Dengue and dengue hemorrhagic fever. **Clinical Microbiology Reviews**, vol.11, n.3, p.480-496. 1998.

HENCHAL, E. A.; PUTNAK, J. R.. The dengue viruses. **Clinical Microbiology Reviews**, vol.3, n.4, p.376-396. 1990.

JULIANO, S. A.; LOUNIBOS, L. P.; E O'MEARA, G. F. A field test for competitive effects of *Aedes albopictus* on *A. aegypti* in South Florida: Differences between sites of coexistence and exclusion? **Oecologia**, vol.139, n.4, p.583-593. 2004.

KÖPPEN-GEIGER , C. C. **World Map of the Köppen-Geiger climate classification**. 2012.

LENDRUM, D. C.; MANGA, L.; BAGAYOKO, M.; SOMMERFELD, J. Climate change and vector-borne diseases: what are the implications for public health research and policy? **Philosophical Transactions Royal Society B**, vol.370, n.1665, 2015.

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

MARINHO, R. A.; BESERRA, E. B.; GUSMÃO, M. A. B.; PORTO, V. S.; OLINDA, R. A.; SANTOS, C. A. C. 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**, vol.41, n.1, p.1-10. 2015.

MARTINS, V. E.; MARTINS, M. G.; ARAUJO, J. M.; SILVA, L. O.; MONTEIRO, H. A.; CASTRO, F. C.; VASCONCELOS, P. F.; GUEDES, M. I. Primeiro registro de *Aedes* (*Stegomyia*) *albopictus* no Estado do Ceará, Brasil. **Revista Saúde Pública**, vol.40, n.4. 2006.

MARTINS, V. E.; ALENCAR, C. H.; FACÓ, P. E.; DUTRA, R. F.; ALVES, C. R.; PONTES, R. J.; GUEDES, M. I. Distribuição espacial e características dos criadouros de *Aedes albopictus* e *Aedes aegypti* em Fortaleza, Estado do Ceará. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, vol.43, n.1, p.73-77. 2010.

MILLER, B. R.; BALLINGER, M. E. *Aedes albopictus* mosquitoes introduced into Brazil: vector competence for yellow fever and dengue viruses. **Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine Hygiene**, vol.82, n.3, p.476-477. 1988.

MINISTÉRIO DA SAÚDE (BR), **SECRETARIA DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE**. Situação epidemiológica de ocorrência de microcefalias no Brasil, 2015. Boletim Epidemiológico, vol.46, n.34, p.1-3. 2015.

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

MUSTAFA, M. S.; RASOTGI, V.; JAIN, S.; GUPTA, V. Discovery of fifth serotype of dengue virus (DENV-5): A new public health dilemma in dengue control. **Medical Journal Armed Forces India**, vol.71, n.1, p.67-70. 2015.

NATAL, D.; URBINATTI, P. R.; LAGOS, C. B. T.; WALTER JÚNIOR, C.; DEIDERICHSEN, A. T. B.; SOUZA, R. G.; SOUZA, R. P. Encontro de *Aedes* (*Stegomyia*) *albopictus* (Skuse) em Bromeliaceae na periferia de São Paulo, SP, Brasil. **Revista de Saúde Pública**, vol.31, n.5, p.517-518. 1997.

NATAL, D. Bioecologia do *Aedes aegypti*. **Biológico**, vol.64, n.2, p.205-207. 2002.

NOIA, N. P. **BIOECOLOGIA, COMPETIÇÃO e HEMATOFAGIA de *Aedes* (*Stegomyia*) *aegypti* (Linnaeus, 1762) E *Aedes* (*Stegomyia*) *albopictus* (Skuse, 1894) (DIPTERA: CULICIDAE)**. Campina Grande, PB. 2013.

ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. Resurgimiento del dengue en las Américas. Boletín Epidemiológico, vol.18, n.2, p.1-6. 1997.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. Doença do vírus Zika. 2016.

OSANAI, C. H.; TRAVASSOS-DA-ROSA, A. P. A.; AMARAL, S.; PASSOS, A. C. D.; TAUIL, P. L. Surto de Dengue em Boa Vista, Roraima. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**, vol.25, n.1, p.53-54. 1983.

PANCETTI, F. G. M., HONÓRIO, N. A., URBINATTI, P. R., LIMA-CAMARA, T. N. Twenty-eight years of *Aedes albopictus* in Brazil: a rationale to maintain active entomological and epidemiological surveillance. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, vol.48, n.1, p.87-89. 2015.

PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. **A bioecologia e nutrição de insetos como base para o manejo integrado de pragas.** Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Londrina: Embrapa Soja, p.1107-1140. 2009.

PASSOS, R. A.; MARQUES, G. R. A. M.; VOLTOLINI, J. C.; CONDINO, M. L. Dominância de *Aedes aegypti* sobre *Aedes albopictus* no litoral sudeste do Brasil. **Revista Saúde Pública**, vol.37, n.6, p.729-734. 2003.

PESSOA, M. V. E.; SILVEIRA, D. A.; CAVALCANTE, I. L.; FLORINDO, M. I. *Aedes albopictus* no Brasil: aspectos ecológicos e riscos de transmissão da dengue. **Entomotropica**, vol.28, n.2, p.75-86. 2013.

RIBACK, T. I. S. **Estratégias adaptativas de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* em resposta a temperatura e qualidade de criadouros.** Botucatu, São Paulo. 2009.

RÍOS-VELASQUEZ, C. M.; CODEÇO, C. T.; HONÓRIO, N. A.; SABROZA, P. S.; MORESCO, M.; CUNHA, I. C.; LEVINO, A.; TOLEDO, L. M.; LUZ, S. L. Distribution of dengue vectors in neighborhoods with different urbanization types of Manaus, state of Amazonas, Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, vol.102, n.5, p.617-623. 2007.

SANOFI PASTEUR. Dengvaxia® First Dengue Vaccine Approved in Brazil. Lyon, France, 2015.

SCHOWALTER, T. D. Insect ecology: an ecosystem approach. **Academic Press**, 4ed, p.774. Oxford. 2016.

SEGURA, M. N. O.; MONTEIRO, H. A. O.; LOPES, E. S.; SILVA, O. V.; CASTRO, F. C.; VASCONCELOS, P. F. C. Encontro de *Aedes albopictus* no Estado do Pará, Brasil. **Revista de Saúde Pública**, vol.37, n.3, p.388-389. 2003.

SERPA, L. L. N.; COSTA, K. V. R. M.; VOLTOLINI, J. C.; KAKITANI, I. Variação sazonal de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* no município de Potim, São Paulo. **Revista de Saúde Pública**, vol.40, n.6, p.1101-1105. 2006.

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

SERRÃO, M. L. C. **Competência vetorial de *Aedes albopictus* (skuse, 1894) proveniente do estado do Rio de Janeiro, Brasil, para *Dirofilaria immitis* (leidy, 1856) railliet & henry 1911.** Seropédica - Rio de Janeiro, 2004.

SERUFO, J. C.; OCA, H. M.; TAVARES, V. A.; SOUZA, A. M.; ROSA, R. V.; JAMAL, M. C.; LEMOS, J. R.; OLIVEIRA, M. A.; NOQUEIRA, R. M.; SCHATZMAYR, H. G. Isolation of dengue virus type 1 from larvae of *Aedes albopictus* in Campos Altos City, State of Minas Gerais, Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, vol.88, n.3, p.503-504. 1993.

SILVA, J. S.; MARIANO, Z. F.; SCOPEL, I. A influência do clima urbano na proliferação do mosquito *Aedes aegypti* em Jataí (GO) na perspectiva da geografia médica. **HYGEIA, Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, vol.2, n.5, p.33-49. 2007.

SILVA, L. J. Vacina contra a dengue: uma luz no final do túnel? **BEPA**, vol.9 (EDIÇÃO ESPECIAL): p.5-7. 2012.
VASCONCELOS, P. F. C. Febre amarela. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, vol.36, n.2, p.275-293. 2003.

VASCONCELOS, P. F. C. Doença pelo vírus Zika: um novo problema emergente nas Américas? **Revista Pan-Amazônica de Saúde**, vol.6, n.2, p.9-10. 2015.

YASUNO, M; TONN, R. J. A study of biting habits of *Aedes aegypti* in Bangkok Thailand. **Bull World Health Organ**, vol.43, n.2, p.319-325. 1970.

ZANLUCA, C.; MELO, V. C. A.; MOSIMANN, A. L.P.; SANTOS, G. I. V.; SANTOS, C. N. D.; LUZ, K. First report of autochthonous transmission of Zika virus in Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, vol.110, n.4, p.569-72. 2015.

CAPÍTULO I

INFLUÊNCIA SAZONAL SOBRE A DENSIDADE POPULACIONAL DE *Aedes* (*Stegomyia*) *aegypti* (Linnaeus, 1762) e *Aedes* (*Stegomyia*) *albopictus* (Skuse, 1894)

RESUMO

A dispersão do *Aedes albopictus* e o aumento do *Ae. aegypti* nas áreas urbanas é um fator preocupante, pois eles podem trazer consigo diversas arbovirose, aumentando o risco de transmissão de doenças como a dengue, a zika e a chikungunya. O presente trabalho objetivou verificar a distribuição e a predominância das espécies *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* em condições de campo nas estações seca e chuvosa. Os dados foram obtidos em dois pontos amostrais no bairro do Catolé, município de Campina Grande, Paraíba, utilizando armadilhas ovitrampas. Em cada estação foram realizadas três coletas. Após quantificação dos ovos e identificação do material coletado, verificou-se que *Ae. aegypti* obteve IPO de 42,2% que foi menor no período chuvoso no ponto A de coleta; enquanto o IDO foi de 40,63. Já no ponto B o IPO foi de 37,77% no período chuvoso, com IDO de 54,35. Observou-se que os ovos de *Ae. aegypti* se distribuem heterogeneamente nos pontos ($X^2 = 2.2 \cdot 10^{-16}$; $P < 0.05$). *Ae. albopictus* apareceu apenas no ponto A e no período chuvoso, com IPO de 4,44% e IDO de 18,5. A predominância do *Ae. aegypti* em ambos os períodos deve-se ao fato de a espécie apresentar maior adaptação ao meio urbano. A temperatura afeta a taxa de oviposição, o número de ovos viáveis e a eclosão das larvas, podendo chegar a desempenhar um fator crucial na permanência desses mosquitos no meio urbano, juntamente com outros fatores ambientais.

Palavras-chave: Vetores. Sazonalidade. Distribuição. Oviposição.

ABSTRACT

The spread of *Aedes albopictus* and the increase of *Ae. aegypti* in urban areas is a worrying factor, since they can bring with them several arboviruses, increasing the risk of transmission of diseases such as dengue, zika and chikungunya. The present work aimed to verify the distribution and the predominance of species *Ae. aegypti* and *Ae. albopictus* under field conditions in dry and rainy seasons. The data were obtained in two sampling points in the neighborhood of Catolé, in the city of Campina Grande, Paraíba, using ovitrappas traps. Three collections were carried out at each station. After quantification of the eggs and identification of the collected material, it was verified that *Ae. aegypti* obtained IPO of 42.2% that was lower in the rainy period at point A of collection; while the IDO was 40.63. At point B, the IPO was 37.77% in the rainy season, with an IDO of 54.35. It was observed that the eggs of *Ae. aegypti* distribute heterogeneously at the points ($X^2 = 2.2 \cdot 10^{-16}$; $P < 0.05$). *Ae. albopictus* appeared only at

point A and in the rainy season, with IPO of 4.44% and IDO of 18.5. The predominance of *Ae. aegypti* in both periods is due to the fact that the species shows greater adaptation to the urban environment. The temperature affects the rate of oviposition, the number of viable eggs and the hatching of the larvae, and may play a crucial role in the permanence of these mosquitoes in the urban environment, along with other environmental factors.

Keywords: Vectors. Seasonality. Distribution. Oviposition.

INTRODUÇÃO

O mosquito *Aedes* (*Stegomyia*) *albopictus* (Skuse, 1894) originalmente foi uma espécie selvagem, mas nos últimos anos o ambiente urbano vem oferecendo condições favoráveis à sua permanência (MARTINS et al., 2010). A espécie tem demonstrado potencial adaptativo bastante significativo quanto à colonização desse ambiente (ALBUQUERQUE et al., 2000; FORATTINI, 2002; GOMES et al., 2005; LIMA-CAMARA et al., 2006; MARTINS et al., 2010; LEANDRO, 2012; COSTA et al., 2016). Os indivíduos usam os mesmos depósitos de oviposição de *Ae. aegypti*, podendo até em alguns casos superar essas populações (COSTA et al., 2016). Fatores como construção de casas e prédios acarretam a dispersão de *Ae. albopictus* para o ambiente urbano, e isso pode influenciar a sobreposição de nichos em relação ao *Ae. aegypti*, por serem fortes competidores (MARTINS et al., 2010).

A presença do *Ae. aegypti* e do *Ae. albopictus* no meio urbano aumenta os riscos de transmissão de agentes infecciosos de grande importância epidemiológica à população, pois ambos apresentam capacidade vetorial (MARTINS et al., 2010). O *Ae. aegypti* é o principal vetor do vírus do dengue, zika vírus e da febre chikungunya no Brasil (PESSOA et al., 2013). Contudo, em laboratório foi verificado que o *Ae. albopictus* apresenta capacidade de transmitir esses vírus, apesar de não ser responsável por surtos ou epidemias dessas doenças no país (MARTINS et al., 2010).

A temperatura atua como um fator modulador no processo de infestação por *Ae. aegypti* (GLASSER; GOMES, 2002), além de atuar como um fator modulador no seu desenvolvimento (NOIA, 2013). Esse mosquito encontra diversas condições favoráveis ao seu processo adaptativo nas áreas urbanas, como temperaturas ideais ao seu desenvolvimento (MARINHO et al. 2015) e depósitos para oviposição (MARTINS et al., 2010). Tais condições permitem a proliferação da espécie nesses ambientes,

podendo ocasionar uma rápida difusão espacial, através do transporte dos seus ovos por diferentes meios (BARRETO; TEIXEIRA, 2008).

O avanço populacional desse vetor, juntamente com outros fatores como a suscetibilidade da população e a presença do vírus no local podem acarretar, conseqüentemente, o aumento no número de casos das doenças transmitidas pelo mesmo nos centros urbanos (BARRETO; TEIXEIRA, 2008). Nos últimos anos a dengue tornou-se um dos principais problemas de saúde pública no mundo e essa preocupação só vem aumentando, pois é uma doença que tem a sua distribuição relacionada com as variáveis climáticas (SILVA et al., 2007). Além da preocupação com o zika vírus e a chikungunya que estão apresentando grande capacidade de dispersão nas Américas, podendo levar ao endemismo (VASCONCELOS, 2015). Dados de presença, frequência de ocorrência, abundância e alterações no nível de sua densidade são fatores fundamentais na vigilância desses vetores, podendo ser determinados por métodos como a identificação de ovos, larvas e mosquitos adultos (NUNES et al., 2011).

A infestação de um local pode ser determinada pela detecção de ovos nas palhetas das armadilhas, através do Índice de Positividade das Ovitrapas (IPO), implicando na distribuição espacial da infestação em uma localidade. Como também podemos verificar os períodos de maior e menor reprodução das fêmeas pelo Índice de Densidade de Ovos (IDO), mostrando serem índices de grande importância para o monitoramento desses vetores (NUNES et al., 2011).

Tratando-se de duas espécies de importância epidemiológica, é preciso esclarecer os padrões comportamentais dessas espécies quanto a sua distribuição, padrão de oviposição e competição por espaço em campo e verificar como fatores ambientais como a temperatura podem regular essa interação, pois a temperatura é uma ferramenta que pode auxiliar na previsão da ocorrência, adaptação, colonização e aumento populacional desses mosquitos em campo (COSTA et al., 2010).

Portanto, esse trabalho teve como objetivo verificar o efeito da sazonalidade na interação entre *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* sobre efeito da temperatura. O estudo teve como perguntas norteadoras: 1. Em condições de campo há uma predominância do *Ae. aegypti* sobre o *Ae. albopictus*? 2. Como as populações desses mosquitos se comportam nos períodos de seca e de chuva? Nossa hipótese era que em condições de campo há maior predominância de *Ae. aegypti* sobre *Ae. albopictus*, principalmente no período de seca.

MATERIAIS E MÉTODOS

Coleta e identificação das espécies

As amostras de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* foram coletadas no bairro do catolé, município de Campina Grande, PB. O município possui uma população estimada de 410.332 habitantes, com densidade demográfica de 648,31 hab/km² (IBGE, 2017). O clima da região onde está situada é tropical com estação seca, apresentando chuvas durante o outono e o inverno, e clima com temperaturas mais moderadas (KÖPPEN-GEIGER, 2012). As temperaturas máximas anuais são de 30 °C e de 18 °C em dias de inverno, já as temperaturas mínimas ficam em torno de 20 °C à 15 °C. A umidade relativa do ar está entre 75 a 82 % (KÖPPEN-GEIGER, 2012).

A escolha do bairro se deu devido ao registro de alto índice de infestação predial (IIP) do *Ae. aegypti* (7,3), registrado pelo 1º LIRAA (Levantamento Rápido do Índice de Infestação por *Ae. aegypti*) – de 11 a 15 de abril de 2016, classificando o bairro de alto risco (Secretaria Municipal e Estadual de Saúde da Paraíba). A presença do *Ae. albopictus* foi confirmada em coleta prévia realizada no mês de junho de 2016.

Os ovos de *Ae. aegypti* foram obtidos em dois pontos geográficos no bairro (A - 7°14'15.9"S/35°52'41.5"W; e B - 7°14'00.8"S/35°52'44.0"W) (Fig. 4), usando armadilhas para oviposição (ovitrapa) com 1,75 L, contendo duas palhetas de Eucatex (Fig. 5).

Os pontos estudados apresentam o mesmo padrão de casas. A característica que os diferenciam é quanto a presença (ponto A) ou ausência da vegetação (ponto B).

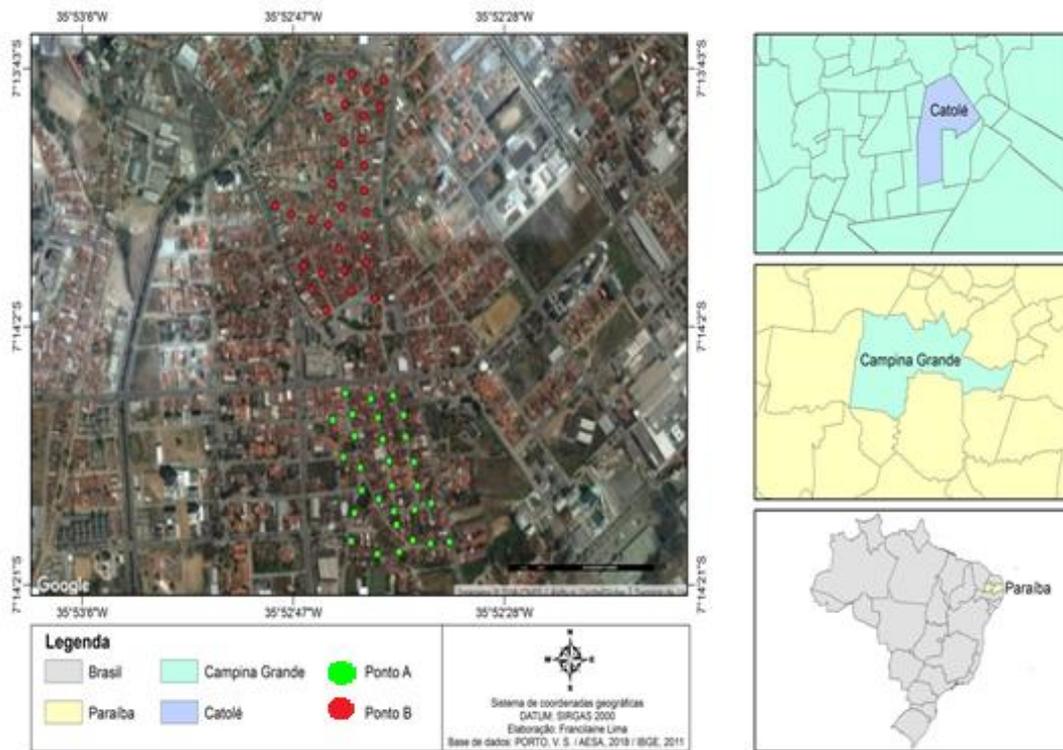


Figura 4 – Pontos georreferenciados (A e B) de coletas dos ovos de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*, no bairro do Catolé, no município de Campina Grande - PB.



Figura 5 – Armadilha do tipo ovitrampa usada para coletar ovos de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) em campo.

As coletas ocorreram a cada quinze (15) dias, nos períodos de chuva (julho a agosto de 2016) e seca (janeiro e fevereiro de 2017). As armadilhas permaneceram três dias em campo.

As amostras dos ovos, ovipositados em palhetas de Eucatex presentes nas armadilhas, foram levadas para o laboratório de Entomologia no Campus I/CCBS da Universidade Estadual da Paraíba. Em laboratório, as palhetas foram postas em bancadas para secarem durante dois dias em sala climatizada à 26 °C. Em seguida foi realizada a quantificação dos ovos e em seguida as palhetas foram colocadas em bandejas brancas, cobertas por uma tela de malha fina, e preenchida com água desclorada para que ocorresse a eclosão das larvas.

As larvas foram alimentadas com ração para peixe ornamental (Alcon/Goldfish crescimento), numa proporção de 100 mg/bandeja. As espécies foram identificadas a partir das larvas L4 com o auxílio das chaves dicotômicas contida em Forattini (2002) e Rueda (2004).

Predominância entre *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* em campo

As armadilhas para oviposição foram distribuídas em 60 pontos georreferenciado com GPS Garmin Etrex 20 (ver Apêndice). Para se mostrar com precisão os sítios de oviposição para cada espécie de mosquito monitorado, as coordenadas foram inseridas em mapas no programa QGis 2.18. Em cada ponto georeferenciado foi instalada uma armadilha no peridomicílio, colocadas normalmente em locais mais sombreados, geralmente com até 1m de altura do chão. As armadilhas foram distribuídas nos pontos A (com vegetação) e B (sem vegetação), equivalendo a dois quarteirões; ficando 30 armadilhas para cada ponto. Os dois locais foram separados por uma distância de aproximadamente 350 m, tendo como referência uma avenida principal com bastante movimentação de veículos.

As armadilhas foram distribuídas num raio ≥ 50 m a partir da primeira casa selecionada e permaneceram em campo por três dias. Em seguida essas armadilhas foram recolhidas e levadas para o laboratório de Entomologia para identificação dos indivíduos de cada espécie.

Para se estimar a predominância de uma espécie sobre a outra foi usado o índice de positividade de ovos por espécie (IPO) e densidade de ovos por espécie (IDO), seguindo fórmulas abaixo:

$$\text{IPO} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de armadilhas positivas para espécie } x}{\text{N}^\circ \text{ de armadilhas examinadas}} \times 100$$

IDO = N° de ovos da espécie x/ N° de armadilhas Positivas.

Estes índices foram estimados por ponto de coleta (A e B), por espécie (*Ae. aegypti* e *Ae. albopictus*) e por período (chuvoso e seco).

Dados meteorológicos de temperatura foram obtidos no setor de Meteorologia da Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), Campina Grande – PB. Também foram obtidas as médias das temperaturas referentes aos dias que as armadilhas permaneceram em campo.

Análise estatística

Para verificar se os ovos são encontrados de maneira uniformes ou não dentre os pontos de coleta foi avaliada a distribuição dos ovos nos pontos de coleta (A e B), utilizando o teste não paramétrico de X^2 (qui-quadrado), pois os resultados mostraram que os dados não possuem distribuição normal com o teste de normalidade de Shapiro-wilk. Os índices entomológicos (IPO% e IDO) foram relacionados com os dados de temperatura. As análises dos dados foram realizadas utilizando-se o software estatístico R.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve maior deposição de ovos de *Aedes* no período seco, com predominância de eclosão larval para *Ae. aegypti* em ambas as estações (Tab. 1). Nesse período não foi registrada a presença do *Ae. albopictus* em ambos locais (A e B), contudo não podemos considerar sua exclusão total do ambiente, haja vista a presença de grande número de larvas que não eclodiram, devido alguns ovos apresentarem-se inviáveis do total coletado (Tab. 1).

Tabela 1. Viabilidade e número de ovos de *Aedes aegypti* (AEG) e *Aedes albopictus* (ALB), coletados com armadilhas do tipo ovitrampa no bairro do Catolé - Campina Grande – PB. Período chuvoso (2016) e de seca (2017).

N° total de ovos/ponto	Período chuvoso			N° total de ovos/ponto	Período seco		
	Larvas				Larvas		
	Eclodiram	Não eclodiram			Eclodiram	Não eclodiram	
	AEG	ALB		AEG	ALB		

A	1968	1544	74	350	4975	4518	0	457
B	2504	1848	0	656	3074	2641	0	433
Total	4472	2392	74	1006	8049	7149	0	990

O maior número de ovos verificado no período seco (8049) demonstra melhores condições para o desenvolvimento do *Ae. aegypti*, com maior viabilidade em ambos os pontos de coleta (Fig. 6). No ponto B, sem vegetação, não houve a presença do *Ae. albopictus* em ambos os períodos.

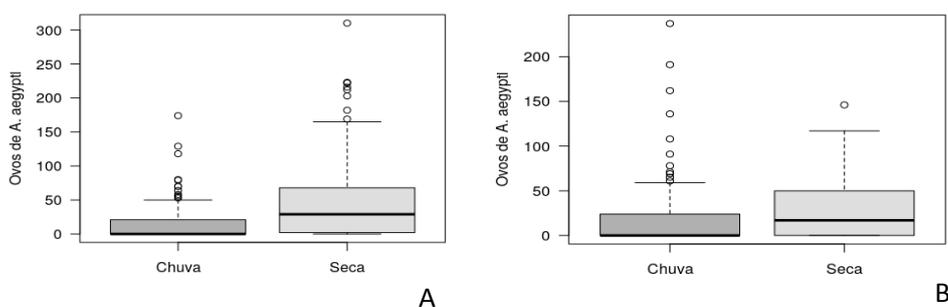


Figura 6 – Relação do número total de ovos de *Aedes aegypti* nos períodos de chuva e seca em função da presença de vegetação (A) e ausência de vegetação (B). Campina Grande, PB, ano 2016-2017.

A ausência de *Ae. albopictus* no período de seca é atribuída a adaptação desse mosquito a época de chuva, pois seus ovos possuem uma menor resistência à dessecação no período de seca (JULIANO et al., 2002). Resultado semelhante ao nosso foi observado nas áreas verdes da cidade de Fortaleza para o período chuvoso (ALENCAR, 2008). A chuva teria maior influência nos níveis de infestação de *Ae. albopictus*, pois geralmente sua oviposição se dá fora do domicílio, enquanto que o *Ae. aegypti* acaba utilizando diversos tipos de criadouros cuja água independe da chuva, devido possuir costume domiciliar (FOO et al., 1985; GUBLER, 1889).

O período seco é o mais favorável a proliferação da espécie, pois é nessa fase que ocorre o maior armazenamento de água em caixa d'água e em baldes para consumo humano, devido à falta de água e ao racionamento. Glasser e Gomes (2002) registraram a ocorrência de um aumento populacional desse vetor no transcorrer do verão no Estado de São Paulo, quando ocorrem precipitações significativas e a temperatura ambiente torna-se elevada. Apesar de o final do período chuvoso ser considerado o mais propício para a proliferação dos mosquitos, pois a probabilidade de

surgimento de novos criadouros é maior devido a uma maior suscetibilidade para o acúmulo de água em recipientes plásticos presentes no ambiente, como os descartáveis (MICIELE; CAMPOS, 2003; RIBEIRO et al., 2004; SILVA et al., 2007).

No ponto A, no período de seca, foi verificado um maior número de ovos do *Ae. aegypti* (Tab. 1). Sendo considerado o ponto de origem desses indivíduos, os quais podem estar se deslocando em busca de oportunidades de repasto sanguíneo e heterogeneidade na disponibilidade de criadouros, como explica Medeiros et al. (2011). Esses autores relatam que as fêmeas podem chegar a se dispersarem por até 800 m do seu local de origem atrás de recursos alimentares ou atrás de espaço para ovipositarem. Esse deslocamento é preocupante, pois pode aumentar o risco de transmissão de doenças por esse vetor (HONÓRIO et al., 2003), embora seja a movimentação contínua das pessoas infectadas considerada o maior perigo da disseminação do vírus (MEDEIROS et al., 2011).

O crescimento populacional de mosquitos do gênero *Aedes* no Brasil ocorre no verão, quando as chuvas são intensas e esparsas, além de as temperaturas serem elevadas (GLASSER; GOMES, 2002; SERPA et al., 2006). Para Marinho (2013), a faixa de temperatura ideal para o desenvolvimento do vetor está entre os 22 °C e 33 °C, e para Beserra et al., (2009) a temperatura ideal para a longevidade e fecundidade dos adultos está entre 22 °C e 28 °C.

Quanto ao *Ae. albopictus*, ele foi encontrado no ponto A e em pequena quantidade em relação ao *Ae. aegypti*, apresentando apenas um total de 74 ovos (Tab. 1), distribuídos nas duas primeiras coletas do período chuvoso. As amostras foram coletadas em três residências de coordenadas geográficas 7°14'14.2"S 35°52'40.8"W/530m; 7°14'14.9"S 35°52'39.4"W/531m; 7°14'22.0"S 35°52'39.7"W/527m, na primeira coleta; e em apenas uma residência (7°14'15.2"S 35°52'34.3"W/541m), na segunda coleta. No ponto A há maior densidade de vegetação em um terreno abandonado próximo onde as amostras foram coletadas justificando a presença de ovos de *Ae. albopictus* (Fig. 7). Segundo Lima-Câmara et al., (2006) esse mosquito apresenta preferência por áreas com maior vegetação. Vários autores identificaram a presença desse mosquito em áreas urbanas e suburbanas intensamente arborizadas ou com florestas próximas (LIMA-CAMARA et al., 2006; NAKAZAWA, 2006; AGUIAR et al., 2008; ALENCAR, 2008).

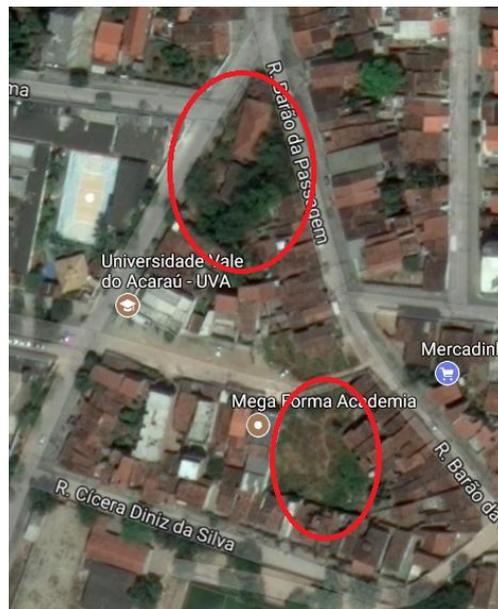


Figura 7 – Áreas de vegetação (circuladas em vermelho) onde foi encontrado maior número de ovos de *Aedes albopictus*. Bairro do Catolé - município de Campina Grande – PB. Fonte: Google Maps.

Leandro (2012) verificou a ocorrência dos ovos das espécies estudadas em área de mata, interface e urbana, no município de João Pessoa, e concluiu que o *Ae. aegypti* tem uma maior ocorrência em área urbana e sua presença diminui em direção a área de mata. Enquanto o *Ae. albopictus* foi encontrado mais em área de mata e foi diminuindo quando ia adentrando na área urbana. Para Passos et al. (2003), o *Ae. aegypti* tem maior êxito do que o *Ae. albopictus* em uma área urbana devido ao crescimento populacional do *Ae. aegypti* que acaba afetando a chance de sua coexistência, provocando um deslocamento competitivo ou exclusão competitiva, por atuação de algum processo de seleção natural.

Observou-se que os ovos de *Ae. aegypti* se distribuem heterogeneamente nos pontos ($X^2 = 2.2 \cdot 10^{-16}$; $P < 0.05$). Ambas os períodos apresentaram um maior IPO para o ponto A (Tab. 2). Já quanto ao IDO no período chuvoso, para o *Ae. aegypti*, pode-se destacar maior IDO no ponto B quando comparado com o ponto A, indicando ter uma distribuição mais agrupada. No período seco o IDO foi maior no ponto A do que no ponto B, o que está relacionado com o fato de o ponto A ter apresentado um maior número de ovos concentrados nesse período. Para o *Ae. albopictus* só foi possível verificar o IPO e o IDO no ponto A, no período chuvoso (Tab. 2).

Tabela 2. Índices de Positividade de Ovos (IPO %) e de Densidade de Ovos (IDO) do *Aedes aegypti* (AEG) e *Aedes albopictus* (ALB), Campina Grande – PB. Período chuvoso (2016) e de seca (2017), nos pontos A (com vegetação) e B (sem vegetação).

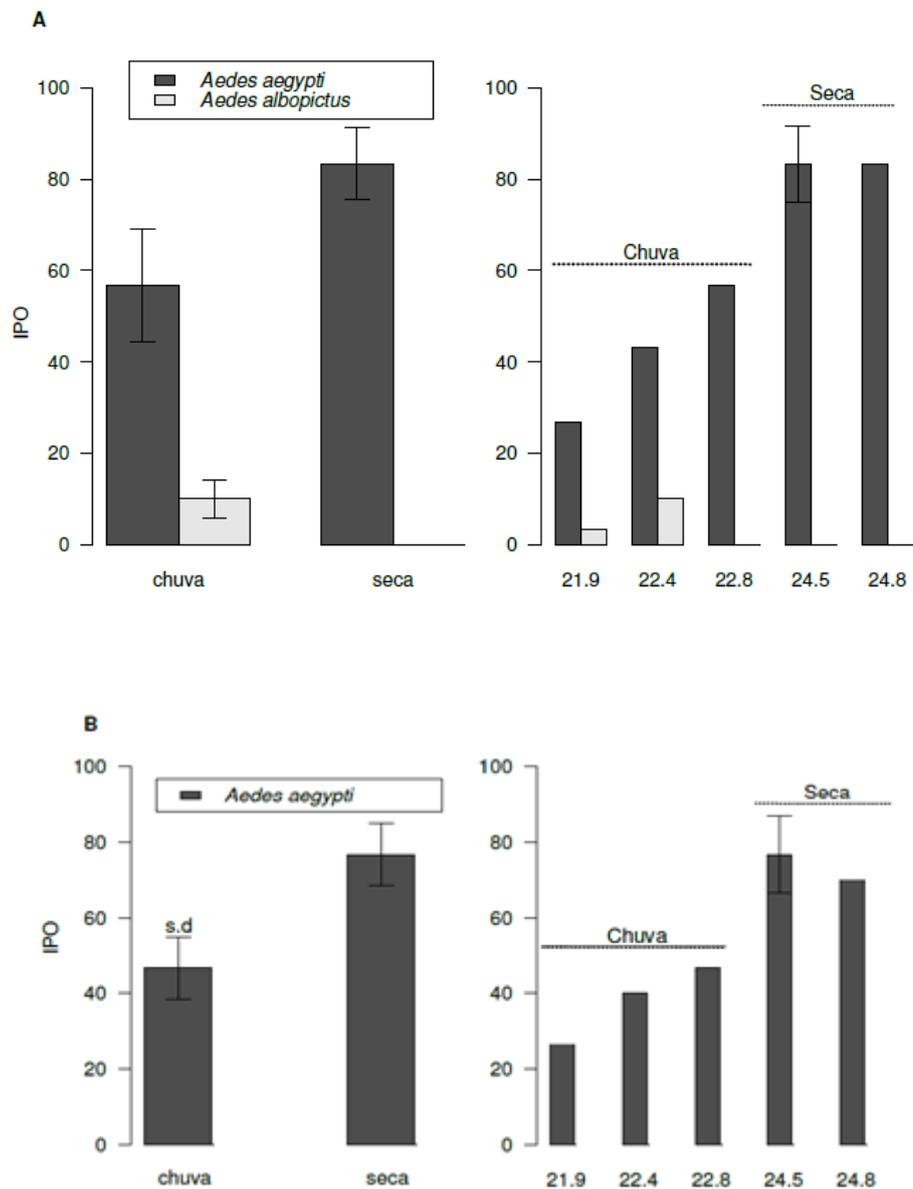
Pontos de coleta	Período chuvoso				Período seco			
	AEG		ALB		AEG		ALB	
	IPO	IDO	IPO	IDO	IPO	IDO	IPO	IDO
A	42,22	40,63	4,44	18,5	77,77	64,54	0	0
B	37,77	54,35	0	0	67,77	43,29	0	0

Os índices de infestação estimados pela presença e quantidade de ovos (IPO e IDO valores) mostram que *Ae. aegypti* possui uma ampla distribuição nas áreas de estudo. O IDO é um índice que pode auxiliar a detectar flutuações temporais da população reprodutivamente ativa de *Aedes*, além de verificar áreas com maior concentração populacional dos mosquitos (ACIOLI, 2006).

Para o *Ae. aegypti* foi verificado uma relação positiva entre o IPO com o aumento da temperatura, para as amostras coletadas. Foi possível observar maior concentração dos ovos nas temperaturas mais altas, considerando-se a faixa entre 24,5 e 24,8 °C a melhor temperatura para os mesmos (Fig. 8). Os dados corroboram Costa et al. (2010) que verificaram melhor desenvolvimento desse vetor sobre a temperatura de 25 °C, semelhante à usada nesse estudo.

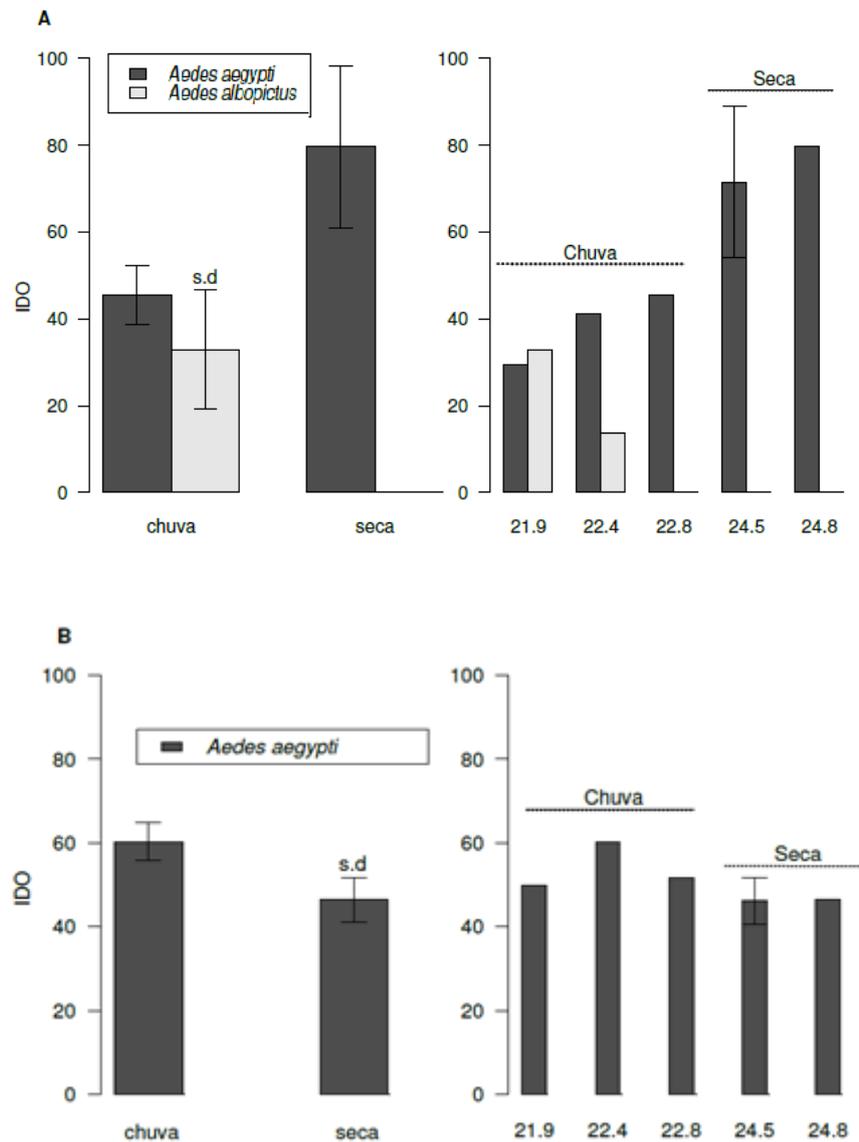
Com relação ao *Ae. albopictus*, no ponto A, foi possível observar que ele só apareceu no período de menores temperaturas (período chuvoso) e que a relação do IPO com a temperatura de 22,4 °C foi a que obteve maior sucesso (Fig. 8).

Quanto ao IDO também houve uma relação positiva com o aumento da temperatura para o ponto A, e diminuição desse índice para as amostras do ponto B (Fig. 9).



*s.d = Desvio padrão.

Figura 8 – Índice de positividade de ovos (IPO) de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* no ponto A (com vegetação), relacionado com as temperaturas nos períodos de chuva (2016) e seca (2017), e do *Aedes aegypti* no ponto B (sem vegetação). Dados amostrais de Campina Grande, PB.



*s.d = Desvio padrão.

Figura 9 – Índice de densidade de ovos (IDO) de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*, no ponto A (com vegetação), relacionado com as temperaturas nos períodos de chuva (2016) e seca (2017), e do *Aedes aegypti* no ponto B (sem vegetação). Dados amostrais de Campina Grande, PB.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Verificou-se predominância do *Ae. aegypti* em campo sobre *Ae. albopictus*. O registro do *Ae. albopictus* em apenas um dos pontos de coleta e na época chuvosa ainda indica sua fragilidade para se dispersar no ambiente urbano, além de sua dependência para área de vegetação. Contudo, é necessário fazer outra avaliação de monitoramento na área estudada para verificar se houve a exclusão total do *Ae. albopictus*, ou se ele ainda permanece no local e caso permaneça se ele é capaz de aumentar seu raio de dispersão.

Entretanto, foi evidente a preferência do *Ae. aegypti* pelo período de seca em que foi verificado os maiores IPO e IDO e podemos verificar que *Ae. aegypti* apresenta vantagens competitivas sobre o *Ae. albopictus*.

A temperatura afeta a taxa de oviposição e o número de ovos viáveis e juntamente com outros fatores abióticos poderá desempenhar um papel crucial na permanência desses mosquitos, especialmente *Ae. aegypti*, no meio urbano. No entanto, verificou-se que as temperaturas mais altas (24,5 e 24,8 °C) influenciaram o número de ovos viáveis de *Ae. aegypti*, já para o *Ae. albopictus* ocorreu nas temperaturas mais baixas (21,9 e 22,4 °C) no período chuvoso.

REFERÊNCIAS

ACIOLI, R. V. **O uso de armadilhas de oviposição (ovitrampas) como ferramenta para monitoramento populacional do *Aedes* spp em bairros do Recife.** Recife, 2006.

AGUIAR, D. B.; FONTÃO, A.; RUFINO, P.; MACEDO, V. A.; RÍOS-VELÁSQUES, C. M.; CASTRO, M. G.; HONÓRIO, N. A. Primeiro registro de *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) em Roraima, Brasil. **Acta Amazonica**, vol.38, n.2, p.357-360. 2008.

ALBUQUERQUE, C. M. R. Primeiro registro de *Aedes albopictus* em área da Mata Atlântica, Recife, PE, Brasil. **Revista de Saúde Pública**, vol.34, n.3, p.314-315. 2000.

ALENCAR, C. H. M. **Infestação pelo *Aedes albopictus* (SKUSE), em criadouros naturais e artificiais encontrados em áreas verdes na cidade de Fortaleza-Ceará.** Fortaleza, 2008.

BARRETO, M. L.; TEIXEIRA, M. G. Dengue no Brasil: situação epidemiológica e contribuições para uma agenda de pesquisa. **Estudos avançados**, vol.22, n.64. 2008.

BESERRA, E. B.; FERNANDES, C. R. M.; SILVA, S. A. O.; SILVA, L. A.; SANTOS, J. W. Efeitos da temperatura no ciclo de vida, exigências térmicas e estimativas do número de gerações anuais de *Aedes aegypti* (Diptera, Culicidae). **Iheringia, Série Zoológica**, vol.99, n.2, p.142-148. 2009.

BESERRA, E. B.; RIBEIRO, P. S.; OLIVEIRA, S. A. Flutuação populacional e comparação de métodos de coleta de *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Diptera: Culicidae). **Iheringia, Série Zoológica**, vol. 104, n.4, p.418-425. 2014.

COSTA, E. A. P. A.; SANTOS, E. M. M.; CORREIA, J. C.; ALBUQUERQUE, C. M. R. Impact of small variations in temperature and humidity on the reproductive activity and survival of *Aedes aegypti* (Diptera, Culicidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, vol.54, n.3, p.488-493. 2010.

COSTA, A. R.; SANTANA, C. M.; SILVA, V. L.; PINHEIRO, J. A. F.; MARQUES, M. M. M.; FERREIRA, P. M. P. Análise do controle vetorial da dengue no sertão piauiense entre 2007 e 2011. **Caderno de Saúde Coletiva**, vol.24, n.3, p.275-281. 2016.

FAY, R. W.; PERRY, A. S. Laboratory studies of the oviposition preferences of *Aedes aegypti*. **Mosquitoes News, Fresno**, vol.25, n.3, p.276-281. 1965.

FOO, L. C.; LEE, H. L.; FANG, R. Rainfall, abundance of *Aedes aegypti* and dengue infection in Selangor, Malaysia. **Southeast Asian Journal of Tropical Medicine Hygiene and Public Health**, vol.16, p.560-568. 1985.

FORATTINI, O. P. **Culicidologia Medica**. São Paulo: Edusp. 2002.

GLASSER, C. M.; GOMES, A. C. Clima e sobreposição da distribuição de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* na infestação do Estado de São Paulo. **Revista de Saúde Pública**, vol.36, n.2, p.166-172. 2002.

GOMES, A. C.; SOUZA J. M. P.; BERGAMASCHI, D. P.; SANTOS, J. L. F.; ANDRADE, V. R.; LEITE, O. F.; RANGEL, O.; SOUZA, S. S. L.; GUIMARÃES, N. S. N.; LIMA, V. L. C. Atividade antropofílica de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* em área sob controle e vigilância. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, vol.39, n.2, p.206-210. 2005.

GUBLER, D. J. Dengue. In: Monath TP. **The arboviruses epidemiology and ecology**, vol.2, p.223-260. Boca Raton, Florida, 1989.

HONÓRIO, N. A.; SILVA, W. C.; LEITE, P. J.; GONÇALVES, J. M.; LOUNIBOS, L. P.; OLIVEIRA, R. L. Dispersal of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in an urban endemic dengue area in the state of Rio de Janeiro, Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, vol.98, n.2, p.191-198. 2003.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Brasil em síntese/ Paraíba/ Campina Grande / Panorama, v4.3.6.4. 2017.

JULIANO, S. I., O'MEARA, G. .I, MORRILL, J. I., CUTWA, M. I. Desiccation and thermal tolerance of eggs and the coexistence of competing mosquitoes. **Oecologia**, vol.130, n.3, p.458-469. 2002.

KÖPPEN-GEIGER , C. C. **World Map of the Köppen-Geiger climate classification**. 2012.

LEANDRO, R. S. **Competição e Dispersão de *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Linnaeus, 1762) e *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Skuse, 1894) (DIPTERA: CULICIDAE) em Áreas de Ocorrência no Município de João Pessoa - PB**. Campina Grande, PB. 2012.

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

MARINHO, R. A. **Ecobiologia de *Aedes aegypti* (L. 1762) (DIPTERA: CULICIDAE) associada a fatores climáticos em três mesorregiões da Paraíba**. Campina Grande, PB. 2013.

MARTINS, V. E.; ALENCAR, C. H.; FACÓ, P. E.; DUTRA, R. F.; ALVES, C. R.; PONTES, R. J.; GUEDES, M. I. Distribuição espacial e características dos criadouros de *Aedes albopictus* e *Aedes aegypti* em Fortaleza, Estado do Ceará. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, vol.43, n.1, p.73-77. 2010.

MEDEIROS, L. C. C.; CASTILHO, C. A. R.; BRAGA, C.; SOUZA, W. V.; REGIS, L.; MONTEIRO, A. M. V. Modeling the dynamic transmission of dengue fever: investigating disease persistence. **Plos Neglected Tropical Disease**, vol.5, n.1, p.942. 2011.

- MICIELI, M. V.; CAMPOS R. E. Oviposition activity and seasonal pattern of a populations of *Aedes (Stegomyia) aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae) in Subtropical Argentina. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, vol.98, n.5, p.659-663. 2003.
- NAKAZAWA, M. M. **Abundância relativa de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) em diferentes áreas do Recife**. Recife, 2006.
- NOIA, N. P. **BIOECOLOGIA, COMPETIÇÃO e HEMATOFAGIA de *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Linnaeus, 1762) E *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Skuse, 1894) (DIPTERA: CULICIDAE)**. Campina Grande, PB. 2013.
- NUNES, L. S.; TRINDADE, R. B. R.; SOUTO, R. N. P. Avaliação da atratividade de ovitrampas a *Aedes (Stegomyia) aegypti* Linneus (Diptera: Culicidae) no bairro Hospitalidade, Santana, Amapá. **Biota Amazônia**, vol.1, n.1, p.26-31. 2011.
- PASSOS, R. A.; MARQUES, G. R. A. M.; VOLTOLINI, J. C.; CONDINO, M. L. Dominância de *Aedes aegypti* sobre *Aedes albopictus* no litoral sudeste do Brasil. **Revista Saúde Pública**, vol.37, n.6, p.729-734. 2003.
- PESSOA, M. V. E.; SILVEIRA, D. A.; CAVALCANTE, I. L.; FLORINDO, M. I. *Aedes albopictus* no Brasil: aspectos ecológicos e riscos de transmissão da dengue. **Entomotropica**, vol.28, n.2, p.75-86. 2013.
- RIBEIRO, P. B.; COSTA, P. R. P; LOECK, A. E.; VIANNA, E. E. S.; SILVEIRA-JÚNIOR, P. Exigências térmicas de *Culex quinquefasciatus* (Diptera, Culicidae) em Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia. Série Zoologia**, vol.94, n.2, p.177-180. 2004.
- RUEDA, L. M. Pictorial keys for the identification of mosquitoes (Diptera: Culicidae) associated with Dengue Virus Transmission. **Zootaxa**, vol.589, n.1, p.60. 2004.
- SERPA, L. L. N.; COSTA, K. V. R. M.; VOLTOLINI, J. C.; KAKITANI, I. Variação sazonal de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* no município de Potim, São Paulo. **Revista de Saúde Pública**, vol.40, n.6, p.1101-1105. 2006.
- SILVA, J. S.; MARIANO, Z. F.; SCOPEL, I. A influência do clima urbano na proliferação do mosquito *Aedes aegypti* em Jataí (GO) na perspectiva da geografia médica. **HYGEIA, Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, vol.2, n.5, p.33-49. 2007.

VASCONCELOS, P. F. C. Doença pelo vírus Zika: um novo problema emergente nas Américas? **Revista Pan-Amazônica de Saúde**, vol.6, n.2, p.9-10. 2015.

CAPÍTULO II

EFEITO DA TEMPERATURA SOBRE A COMPETIÇÃO ENTRE *Aedes* (*Stegomyia*) *aegypti* (Linnaeus, 1762) e *Aedes* (*Stegomyia*) *albopictus* (Skuse, 1894) (DIPTERA: CULICIDAE)

RESUMO

O *Aedes aegypti* e o *Ae. albopictus* além de possuírem padrões de comportamentos reprodutivos similares, são mosquitos que possuem algumas semelhanças ecológicas, e isso pode acabar levando a uma competição interespecífica por espaço e por recurso. O objetivo do presente estudo foi verificar a competição entre esses mosquitos em diferentes temperaturas. Os experimentos foram realizados em laboratório, em que larvas das espécies foram mantidas em câmaras do tipo B.O.Ds, nas temperaturas de 20, 25 e 29 °C, em proporções de 0:10, 3:7, 5:5, 7:3 e 10:0 para *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus*, respectivamente. Observou-se a predominância larval *Ae. aegypti* sobre o *Ae. albopictus* em todas as proporções e temperaturas. A média da eclosão larval de *Ae. aegypti* nas proporções de 3:7; 5:5 e 7:3 e na temperatura de 25 °C foi de 434.75; 25.25 e 468.75, e para *Ae. albopictus* foi de 118; 0.25 e 18.75, respectivamente. A temperatura de 25 °C apresentou melhor efeito no desenvolvimento de ambas as espécies, pois ocorreu um maior número de larvas eclodidas.

Palavras-chave: *Aedes*. Competição interespecífica. Temperatura. Predominância.

ABSTRACT

Aedes aegypti and *Ae. albopictus*, in addition to having similar patterns of reproductive behavior, are mosquitoes that have some ecological similarities, and this may end up leading to an interspecific competition for space and resource. The objective of the present study was to verify the competition between these mosquitoes at different temperatures. The experiments were carried out in laboratory, in which larvae of the species were kept in BODs chambers, at temperatures of 20, 25 and 29 ° C, in proportions of 0:10, 3: 7, 5: 5, 7: 3 and 10: 0 for *Ae. aegypti* and *Ae. albopictus*, respectively. It observed the larval predominance *Ae. aegypti* on *Ae. albopictus* in all proportions and temperatures, the larval hatching of *Ae. aegypti* in the proportions of 3: 7; 5: 5 and 7: 3 and the temperature of 25 ° C was 434.75; 25.25 and 468.75, and for *Ae. albopictus* was 118; 0.25 and 18.75, respectively. The temperature of 25 ° C showed a

better effect on the development of both species, as a larger number of hatchlings occurred.

Keywords: *Aedes*. Ecological interaction or interspecific competition. Temperature. Predominance.

INTRODUÇÃO

As espécies mantêm algum tipo de interação no ambiente, e isso é norteado em função de seu nicho e da qualidade do ambiente (BEGON et al., 2007). O tipo de interação é norteado pelas diversas condições e possibilidades de desenvolvimento, se tornando limitada pelo relacionamento com os membros de outra população (FORATTINI, 1996).

Aedes aegypti (Linnaeus, 1762) e *Ae. albopictus* (Skuse, 1894) são insetos que estão amplamente distribuídas em regiões tropicais e subtropicais do planeta, apresentando entre si semelhanças quanto a sua biologia e ecologia, gerando competição entre elas (SERPA et al., 2008). Contudo, a interação desses insetos requer atenção, visto que ambos podem coexistir numa mesma região (PASSOS et al., 2003; BRAKS et al., 2004; JULIANO et al., 2004), o que faz com que utilizem os mesmos criadouros, podendo levar à competição e acabar afetando, conseqüentemente, a sobrevivência e o tempo de desenvolvimento dos mesmos, com aumento e redução de suas populações (PASSOS et al., 2003; BRAKS et al. 2004). Todavia, como consequência da mudança na distribuição e abundância de uma espécie residente após o estabelecimento da espécie invasora, é possível que ocorra o deslocamento de uma delas devido a competição entre as mesmas (BRAKS et al., 2004).

Fatores climáticos, principalmente a temperatura, são determinantes no ciclo de vida de populações de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus*, sendo identificados diferentes padrões nos trópicos e subtropicais (SANTOS, 2008). Aumento ou diminuição da temperatura pode influenciar na biologia desses mosquitos e em sua permanência no ambiente, como também na competição interespecífica dos mesmos, provocando mudanças na morfologia, no comportamento e em seus genótipos (JULIANO et al., 2004; SERPA et al., 2008; MARINHO et al., 2015). Costa et al. (2010) observaram que as fêmeas de *Ae. aegypti* responderam ao aumento da temperatura com redução na produção de ovos, tempo de oviposição e mudança nos padrões de postura. Portanto, o aumento de temperatura e alterações na precipitação pode influenciar o ciclo

reprodutivo de *Ae. aegypti*, promovendo um aumento na velocidade de desenvolvimento larval, e conseqüentemente, sua presença em campo.

De acordo com Reiskind e Zarrabi (2012), esses mosquitos tendem a ter asas pequenas e grande massa corpórea em altas temperaturas, o que acaba afetando na fecundidade dos mesmos. Segundo Serpa et al. (2008), diferenças detectadas na sobrevivência, tempo de desenvolvimento e tamanho de asa sugerem indícios de competição intra e interespecífica entre esses mosquitos. Portanto, a interação desses mosquitos requer atenção, pois além de serem espécies que se desenvolvem geralmente nos mesmos criadouros, são encontradas em áreas de grande concentração humana (SERPA et al., 2008).

Os modelos preditivos para a transmissão da dengue destacam a importância da temperatura sobre a distribuição desses mosquitos e na ocorrência de surtos da doença, pois a temperatura impõe limites à distribuição de dengue no mundo (KOOPMAN et al., 1991).

Considerando a necessidade de pesquisas que possibilitem um melhor entendimento da relação competição e temperatura, este trabalho objetivou compreender se a temperatura é um fator modulador, em laboratório, na competição e no desenvolvimento das populações de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus*.

MATERIAIS E MÉTODOS

Obtenção das amostras populacionais de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*

A coleta dos ovos de *Ae. aegypti* ocorreu no bairro do Catolé (7°14'15.9"S 35°52'41.5"W/531m), no mês de junho de 2016, utilizando armadilhas do tipo ovitampa. A partir desses ovos se estabeleceu a criação desse mosquito para a obtenção das gerações filiais utilizadas nos bioensaios.

Os ovos de *Ae. albopictus* foram fornecidos pelo Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães/FIOCRUZ-PE. A partir dos ovos de *Ae. albopictus* cedidos, com origem de Recife, se estabeleceu uma população para manter uma criação e se obter os ovos utilizados no experimento.

Técnica de manutenção de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* em laboratório

A metodologia de criação de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* seguiu aquela descrita por Beserra et al. (2009), modificando o modo de repasto para camundongos Swiss (*Mus musculos*). Os camundongos foram submetidos a anestesia subcutânea com 0,5 µl de Xilazina + 0,5 µl de Ketamina, respeitando-se os preceitos contidos na Lei nº 11.792 de 08/10/2008, regulamentada pelo Decreto nº 6.899 de 15/07/2009.

Relação entre temperatura e competição entre *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* em laboratório

Foram avaliadas combinações de larvas de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* nas proporções de 0:10, 3:7, 5:5, 7:3, 10:0, respectivamente. As combinações foram submetidas a três temperaturas (20, 25 e 29 °C), com fotofase de 12h e umidade de 70%, em BODs (Biochemical Oxygen Demand). Os bioensaios contaram com um total de 50 larvas/L de água, com quatro repetições, em bandejas plásticas (40 x 40 x 20 cm) e as larvas foram alimentadas com ração para peixe ornamental (Alcon/Goldfish crescimento) numa proporção de 100 mg/bandeja.

Quando emergidos, os adultos foram mantidos em gaiolas de criação, e a quantidade variou de acordo com o número de pupas que foram obtidas em cada repetição. Os adultos foram alimentados através de repastos sanguíneo de dois em dois dias. A partir das posturas obtidas desses adultos foi realizada a contagem dos ovos, que posteriormente foram colocados em bandejas para que ocorresse a eclosão das larvas. Dessas larvas foram determinadas a predominância de uma espécie sobre a outra.

As temperaturas usadas foram determinadas a partir das médias (máxima, média e mínima do ar) de dez anos, compreendendo o período de 2006 à 2015, as quais foram obtidas no setor de Meteorologia da Embrapa, Campina Grande - PB.

Análises dos dados

A predominância de uma espécie sobre a outra foi determinada com base na porcentagem de espécimes presentes em uma amostra de 100% do total de larvas emergidas por temperatura. Foi realizado o teste de normalidade de Shapiro-wilk e os resultados mostram que os dados não possuem distribuição normal. Para averiguar

diferenças par a par, foi utilizado o teste de Dunn com o pacote *dunn.test* (DINNO, 2017). Para a temperatura foi utilizado o método descrito em Holm (1979). Já as proporções seguiram a proposta específica para avaliações independentes de Benjamini e Hochberg (1995).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Podemos verificar que o efeito da proporção sobre os adultos foi significativo ($\chi^2=17,2452$; $P<0.001$) (Tab. 3), e que mesmo quando a quantidade inicial de *Ae. aegypti* era menor ele se sobressaiu sobre o *Ae. albopictus* (Tab. 3).

Tabela 3. Influência proporcional de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* sobre cada fase do seu desenvolvimento.

L1				
Proporções	0:10	10:00	3:07	5:05
10:00	5.86 0.0000*			
3:07	-0.52 0.3028	-6.78 0.0000*		
5:05	1.45 0.0927	-4.42 0.0000*	2.05 0.0291	
7:03	2.50 0.0103*	-3.33 0.0011*	3.16 0.0016*	1.06 0.1601
L2				
Proporções	0:10	10:00	3:07	5:05
10:00	2.53 0.0284	-3.59 0.0016*		
3:07	-0.817806 0.2953			
5:05	0.18 0.4277	-2.40 0.0274	1.03 0.2529	
7:03	0.68 0.3111	-1.89 0.0739	1.56 0.1182	0.51 0.3407
L3				
Proporções	0:10	10:00	3:07	5:05
10:00	3.11 0.0013*			
3:07	-5.75 0.0000*	-9.71 0.0000*		
5:05	-1.72 0.0477	-5.10 0.0000*	4.09 0.0000*	

7:03	2.15 0.0198*	-0.86 0.1954	8.23 0.0000*	3.98 0.0001*
L4				
Proporções	0:10	10:00	3:07	5:05
10:00	2.81 0.0041*			
3:07	-3.26 0.0014*	-6.61 0.0000*		
5:05	-2.39 0.0121*	-5.54 0.0000*	0.84 0.2238	
7:03	0.50 0.3069	-2.37 0.0111*	3.92 0.0001*	2.99 0.0028*
Pupa				
Proporções	0:10	10:00	3:07	5:05
10:00	4.49 0.0000*			
3:07	-0.86 0.2443	-5.71 0.0000*		
5:05	-1.27 0.1457	-6.02 0.0000*	-0.45 0.3610	
7:03	3.91 0.0001*	-0.33 0.3705	5.00 0.0000*	5.32 0.0000*
Adulto				
Proporções	0:10	10:00	3:07	5:05
10:00	-1.81 0.0699			
3:07	-1.12 0.1645	0.67 0.2792		
5:05	-2.21 0.0336	-0.59 0.2768	-1.18 0.1711	
7:03	-3.9 0.0004*	-2.47 0.0225*	-2.96 0.0077*	-1.72 0.0712

Podemos verificar que ocorreu uma diminuição no tempo do ciclo de vida na temperatura de 29 °C (Fig. 10), corroborando que a temperatura desempenha um fator modulador no desenvolvimento das espécies.

Quando o *Ae. aegypti* encontrava-se sozinho (10:00) ele sobreviveu mais tempo, por não sofrer pressão da competição, principalmente na temperatura de 25 °C.

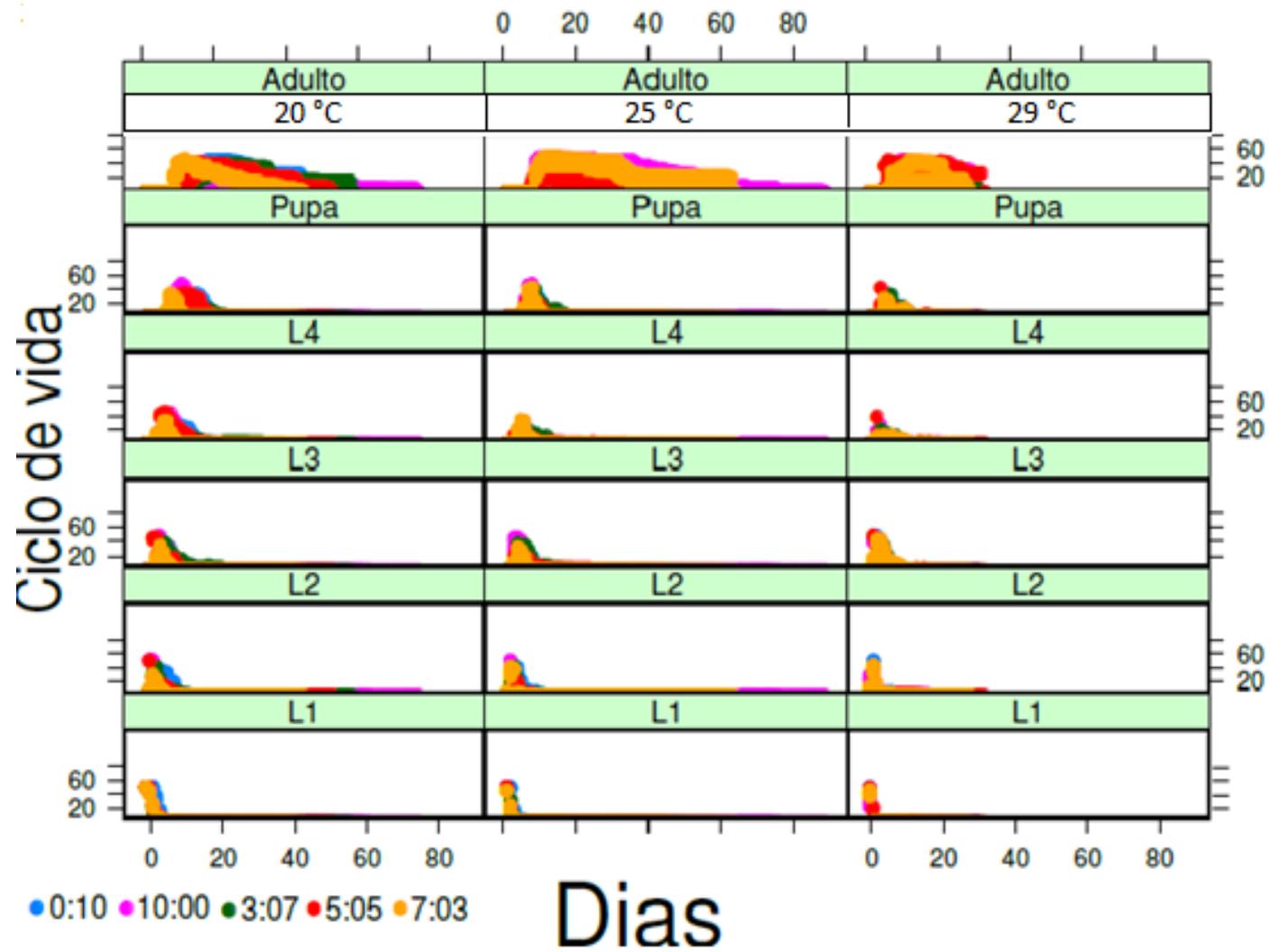


Figura 10 – Relação do efeito da proporção e da temperatura no desenvolvimento do *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*.

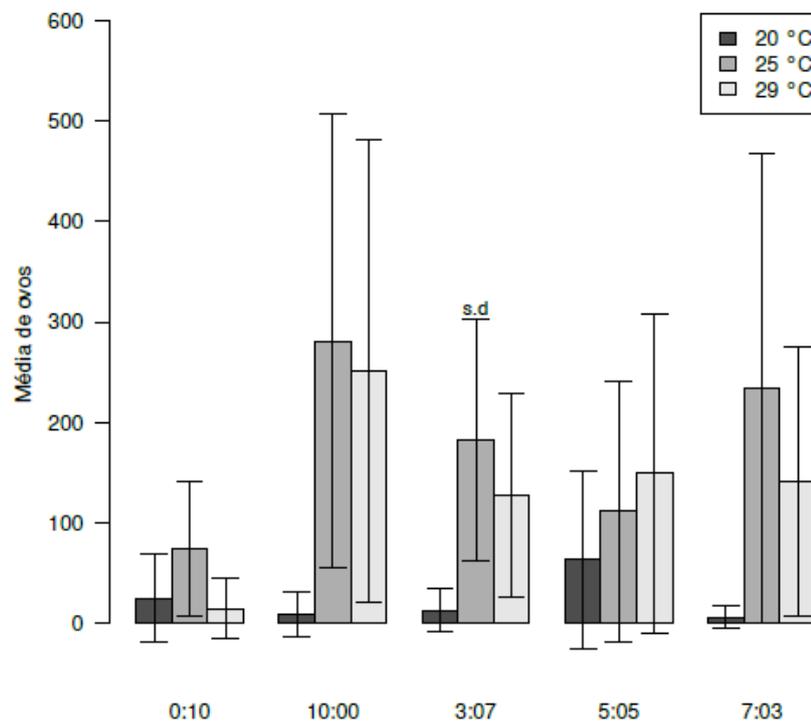


Figura 11 - Média do número de ovos de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* obtidos após os repastos sanguíneos em diferentes proporções e temperaturas.

Quanto ao número médio de ovos verificados em cada proporção, podemos observar uma quantidade maior de ovos quando o *Ae. aegypti* se encontrava só (Fig. 11), na proporção de 10:0, verificando-se redução desse número na presença do *Ae. albopictus*. Ao contrário do observado para a proporção de 0:10, quando o *Ae. albopictus* encontrava-se só, a média dos ovos foi baixa, apresentando uma espécie bem sensível ao ambiente de laboratório.

Ocorreu um grande número de ovos nas temperaturas de 25 °C, seguido pela temperatura de 29 °C, diferente do observado na temperatura de 20 °C (Fig. 11). Resultados semelhantes foram encontrados por Beserra; Castro (2008) e Calado; Silva (2002), que verificaram uma maior quantidade de ovos à 25 °C. Beserra et al. (2006) também verificaram um maior número de ovos na temperatura de 26 °C, com médias de 271,9 a 260,40 ovos para as populações. Dentro de cada proporção vista nesse estudo a melhor temperatura foi a de 25 °C, sendo confirmado pelo número de ovos (Fig. 11).

Podemos evidenciar uma predominância larval do *Ae. aegypti* sobre o *Ae. albopictus* (Tab. 4) a partir das larvas que eclodiram na segunda geração, além de verificarmos que a melhor temperatura para o desenvolvimento larval dos indivíduos das espécies foi 25 °C (Tab. 4).

O *Ae. aegypti* apresentou uma maior quantidade de larvas, mesmo na proporção onde o número inicial de *Ae. albopictus* era maior (Tab. 4). Nossos dados corroboram com outros estudos que também verificaram maior capacidade competitiva e de sobreposição do *Ae. aegypti* sobre o *Ae. albopictus* quando se avalia a coexistência dessas espécies (SERPA et al., 2008; PROPHIRO et al., 2011; LEANDRO, 2012; NOIA, 2013). Serpa et al. (2008) verificaram resultados semelhantes ao nosso para os dados amostrados de *Ae. albopictus*. Esses autores registraram menor tempo de desenvolvimento no controle do que na combinação de diferentes proporções das espécies, só que em diferentes densidades.

Tabela 4. Média de larvas eclodidas de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* em diferentes proporções em função do aumento gradativo da temperatura.

T °C	<i>Aedes aegypti</i>					<i>Aedes albopictus</i>		
	03:07	05:05	07:03	10:00	00:10	03:07	05:05	07:03
20	0	34.25	0.00	0	0	0	0.50	0.00
25	434.75	25.25	468.75	847.25	0	118	0.25	18.75
29	87.00	49.00	0.00	1.25	0	0	1.00	0.00

Mohammed e Chadee (2011) observaram um percentual de eclosão larval de *Ae. aegypti* de 98% a 24-25 °C. Castro et al. (2013) verificaram uma sobrevivência larval de *Ae. aegypti* de 82,8% a 97,7% a 26°C. Esses resultados se mostram semelhantes com os dados obtidos no presente trabalho, corroborando o fato de a temperatura de 25 °C ter se apresentado como a melhor para o desenvolvimento de ambas as espécies. Vale ressaltar que em ambientes naturais as populações dessas espécies estão sujeitas à influência de diversos fatores bióticos e abióticos, como a disponibilidade de recursos, de microhabitats e a pluviosidade, além da temperatura e da competição *in loco* (GLASSER; GOMES, 2002; SERPA et al., 2006), e isso não foi levado em consideração no presente estudo.

Na temperatura de 20 °C ocorreu eclosão das larvas apenas na proporção de 5:5 (Tab. 4), com um total de 139 (137 *Ae. aegypti* e 2 *Ae. albopictus*, para um total de 1.513 ovos). Resultado semelhante foi encontrado por Noia (2013) não observando

competição a essa temperatura. Na temperatura de 29 °C também não foi possível verificar a competição, pois ocorreu eclosão das larvas apenas nas proporções de 3:7, 5:5 e 10:0 (Tab. 4), em que se verificou apenas quatro larvas do *Ae. albopictus* para um total de 548 larvas. Ocorreu uma interação interespecífica negativa para ambas as espécies nas temperaturas de 20 °C e 29 °C.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em ambiente de laboratório foi possível observar que o *Ae. aegypti* apresenta sobreposição populacional em relação ao *Ae. albopictus*, apresentando melhor desempenho em todas as proporções analisadas e nas temperaturas estudadas, inclusive naquelas que continham um maior número de *Ae. albopictus* inicialmente. O resultado encontrado pode estar associado ao fato do *Ae. aegypti* ter um melhor desempenho à ambientes artificiais, enquanto que o *Ae. albopictus* possui uma maior sensibilidade em ambiente de laboratório, onde as condições são mantidas, sem qualquer variação.

O *Ae. aegypti* se apresenta como um melhor competidor em condições laboratoriais, sendo a temperatura de 25°C a que obteve um melhor resultado, pois apresentou um maior número de eclosão das larvas.

Em relação ao tempo do ciclo de vida foi possível verificar que a temperatura se apresenta como um fator modulador no desenvolvimento das espécies estudadas.

REFERÊNCIAS

BEGON, M.; HARPER, J. L.; TOWNSEND, C. R. **Ecologia: de indivíduos a ecossistemas**. 4° ed. Porto Alegre: Artmed Editora. 752p. 2007.

BENJAMINI, Y.; HOCHBERG, Y. Controlling the False Discovery Rate: A Practical and Powerful Approach to Multiple Testing. **Journal of the Royal Statistical Society. Séries B (Methodological)**, v. 57, n. 1, p. 289–300, 1995.

BESERRA, E. B.; CASTRO- JÚNIOR, F. P.; SANTOS, J. W.; SANTOS, T. D.; FERNANDES, C. R. M. Biologia e Exigências Térmicas de *Aedes aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae) Provenientes de Quatro Regiões Bioclimáticas da Paraíba. **Neotropic Entomology**, vol.35, n.6, p.853-860. 2006.

BESERRA, E. B.; CASTRO JR., F. P. Biologia Comparada de Populações de *Aedes* (*Stegomyia aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae) da Paraíba. **Neotropical Entomology**, vol.37, n.1, p.81-85. 2008.

BESERRA, E. B.; FERNANDES, C. R. M.; SILVA, S. A. O.; SILVA, L. A.; SANTOS, J. W. Efeitos da temperatura no ciclo de vida, exigências térmicas e estimativas do número de gerações anuais de *Aedes aegypti* (Diptera, Culicidae). **Iheringia**, vol. 99, n.2, p.142-148. 2009.

BRAKS, M. A. H.; HONÓRIO, N. A.; LOUNIBOS, L. P.; OLIVEIRA, L. R.; JULIANO, S. A. Inter-specific competition between two invasive species of container mosquitoes, *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae), in Brasil. **Annals of the Entomological Society of America**, vol.97, n.1, p.130-139. 2004

CALADO, D. C.; SILVA, M. A. N. Influência da temperatura sobre o *Aedes albopictus*. **Revista de Saúde Pública**, vol.36, n.2, p.173-179. 2002.

CASTRO, J. R.; FRANCISCO, P.; MARTINS, W. F. S.; LUCENA FILHO, M. L.; ALMEIDA, R. P., BESERRA, E. B. Ciclos de vida comparados de *Aedes aegypti* (Diptera, Culicidae) do semiárido da Paraíba. **Iheringia. Série Zoologia**, vol.103, p.118-123. 2013.

COSTA, E. A. P. A; SANTOS, E. M. M; CORREIA, J. C; ALBUQUERQUE, C. M. R; Impact of small variations in temperature and humidity on the reproductive activity and survival of *Aedes aegypti* (Diptera, Culicidae). **Revista Brasileira de entomologia**, vol.54, n.3, p.488-493. 2010.

DINNO, A. Package 'dunn.test', 2017. Disponível em: <<https://cran.r-project.org/web/packages/dunn.test>>.

FORATTINI, O. P. **Culicidologia Médica**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1996.

GLASSER, C. M.; GOMES, A. de C. Clima e sobreposição da distribuição de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* na infestação do Estado de São Paulo. **Revista de Saúde Pública**, vol.36, n.2, p.166-172. 2002.

HOLM, S. A Simple Sequentially Rejective Multiple Test Procedure. **Scandinavian Journal of Statistics**, v. 6, n. 2, p. 65–70, 1979.

JULIANO, S. A.; LOUNIBOS, L. P.; E O'MEARA, G. F. A field test for competitive effects of *Aedes albopictus* on *A. aegypti* in South Florida: Differences between sites of coexistence and exclusion? **Oecologia**, vol.139, n.4, p.583-593. 2004.

KOOPMAN, J. S.; PREVOTS, D. R.; VACA, M. M. A.; GOMEZ, D. H.; ZARATE, A. M. L.; JUNIOR LONGINI, I. M.; SEPULVEDA, A. J. Determinants and predictors of dengue infection in Mexico. **American Journal Epidemiology**, vol.133, n.11, p.1168-1178. 1991.

KÖPPEN-GEIGER, C. C. **World Map of the Köppen-Geiger climate classification**. 2012.

LEANDRO, R. S. **Competição e Dispersão de *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Linnaeus, 1762) e *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Skuse, 1894) (DIPTERA: CULICIDAE) em Áreas de Ocorrência no Município de João Pessoa - PB**. Campina Grande, PB. 2012.

MARINHO, R. A.; BESERRA, E. B.; GUSMÃO, M. A. B.; PORTO, V. S.; OLINDA, R. A.; SANTOS, C. A. C. 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**, vol.41, n.1, p.1-10. 2015.

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

NOIA, N. P. **BIOECOLOGIA, COMPETIÇÃO e HEMATOFAGIA de *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Linnaeus, 1762) E *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Skuse, 1894) (DIPTERA: CULICIDAE)**. Campina Grande, PB. 2013.

PASSOS, R. A.; MARQUES, G. R. A. M.; VOLTOLINI, J. C.; CONDINO, M. L. Dominância de *Aedes aegypti* sobre *Aedes albopictus* no litoral sudeste do Brasil. **Revista Saúde Pública**, vol.37, n.6, p.729-734. 2003.

PROPHIRO, J. S.; SILVA, O. S.; LUNA, J. E. D.; PICOLLI, C. F.; KANIS, L. A.; SILVA, M. A. N. *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae): coexistência e susceptibilidade ao temephos, em municípios com ocorrência de casos de dengue e diferentes características de urbanização. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, vol.44, n.3, p.300-305. 2011.

REISKIND, M. H.; ZARRABI, A. A. Is bigger really bigger? Differential responses to temperature in measures of body size of the mosquito, *Aedes albopictus*. **Journal of Insect Physiology**, vol.58, n.7, p.911-917. 2012.

SERPA, L. L. N.; COSTA, K. V. R. M.; VOLTOLINI, J. C.; KAKITANI, I. Variação sazonal de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* no município de Potim, São Paulo. **Revista de Saúde Pública**, vol.40, n.6, p.1101-1105. 2006.

SANTOS, M. A. V. M. *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae): Estudos populacionais e estratégias integradas de controle vetorial em municípios da região metropolitana do Recife, no período de 2001 a 2007. Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães, Fundação Oswaldo Cruz. 2008.

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, n.5, p.479-484. 2008.

APÊNDICE – Coordenadas geográficas onde foram colocadas as armadilhas do tipo ovitrampas, num raio $\geq 50\text{m}$ de uma casa para outra.

Ponto A	Ponto B
1. 7°14'15.9"S 35°52'41.5"W - 531 m	1. 7°14'00.8"S 35°52'44.0"W - 531 m
2. 7°14'14.2"S 35°52'40.8"W - 530 m	2. 7°13'59.3"S 35°52'45.4"W - 524 m
3. 7°14'12.6"S 35°52'40.8"W - 521 m	3. 7°13'57.5"S 35°52'46.1"W - 522 m
4. 7°14'11.8"S 35°52'42.6"W - 523 m	4. 7°13'58.1"S 35°52'44.5"W - 535 m
5. 7°14'10.2"S 35°52'41.5"W - 523 m	5. 7°13'59.4"S 35°52'41.8"W - 524 m
6. 7°14'08.6"S 35°52'41.5"W - 528 m	6. 7°13'57.9"S 35°52'42.4"W - 525 m
7. 7°14'07.0"S 35°52'42.2"W - 524 m	7. 7°13'56.3"S 35°52'42.9"W - 526 m
8. 7°14'09.0"S 35°52'43.3"W - 522 m	8. 7°13'54.5"S 35°52'43.8"W - 528 m
9. 7°14'14.9"S 35°52'39.4"W - 531 m	9. 7°13'54.1"S 35°52'45.4"W - 532 m
10. 7°14'15.8"S 35°52'37.9"W - 527 m	10. 7°13'53.7"S 35°52'47.2"W - 528 m
11. 7°14'13.9"S 35°52'37.9"W - 529 m	11. 7°13'53.1"S 35°52'48.7"W - 524 m
12. 7°14'12.1"S 35°52'38.3"W - 535 m	12. 7°13'53.2"S 35°52'42.7"W - 528 m
13. 7°14'10.4"S 35°52'39.0"W - 528 m	13. 7°13'51.5"S 35°52'43.5"W - 527 m
14. 7°14'08.8"S 35°52'39.4"W - 525 m	14. 7°13'48.4"S 35°52'42.5"W - 542 m
15. 7°14'07.4"S 35°52'40.1"W - 523 m	15. 7°13'48.2"S 35°52'40.9"W - 520 m
16. 7°14'15.7"S 35°52'36.1"W - 531 m	16. 7°13'50.2"S 35°52'40.6"W - 533 m
17. 7°14'13.9"S 35°52'35.8"W - 537 m	17. 7°13'52.0"S 35°52'40.6"W - 529 m
18. 7°14'12.1"S 35°52'36.1"W - 531 m	18. 7°13'53.6"S 35°52'40.4"W - 530 m
19. 7°14'10.3"S 35°52'36.8"W - 531 m	19. 7°13'55.3"S 35°52'40.6"W - 538 m
20. 7°14'08.6"S 35°52'36.8"W - 528 m	20. 7°13'57.3"S 35°52'40.4"W - 524 m
21. 7°14'07.2"S 35°52'37.9"W - 527 m	21. 7°14'00.0"S 35°52'39.6"W - 525 m
22. 7°14'15.2"S 35°52'34.3"W - 546 m	22. 7°13'46.5"S 35°52'40.6"W - 521 m
23. 7°14'22.0"S 35°52'39.7"W - 527 m	23. 7°13'45.7"S 35°52'42.4"W - 530 m
24. 7°14'16.8"S 35°52'37.6"W - 541 m	24. 7°13'46.6"S 35°52'43.8"W - 534 m
25. 7°14'18.0"S 35°52'36.1"W - 531 m	25. 7°13'45.7"S 35°52'42.4"W - 527 m
26. 7°14'18.2"S 35°52'34.7"W - 533 m	26. 7°13'45.8"S 35°52'39.1"W - 525 m
27. 7°14'18.1"S 35°52'32.9"W - 529 m	27. 7°13'44.5"S 35°52'39.1"W - 526 m
28. 7°14'18.0"S 35°52'41.9"W - 526 m	28. 7°13'43.8"S 35°52'38.8"W - 531 m
29. 7°14'19.0"S 35°52'39.4"W - 528 m	29. 7°13'43.4"S 35°52'41.7"W - 526 m
30. 7°14'19.1"S 35°52'37.2"W - 531 m	30. 7°13'43.7"S 35°52'43.6"W - 531 m