



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA  
CAMPUS I – CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE - CCBS  
CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**MARLLON RINALDO DE LIMA ANDRADE**

**IMPACTO DE DIFERENTES TEMPERATURAS SOBRE DOIS BIÓTIPOS DE *Aedes aegypti* (DIPTERA: CULICIDAE)**

**CAMPINA GRANDE  
Agosto de 2017**

**MARLLON RINALDO DE LIMA ANDRADE**

**IMPACTO DE DIFERENTES TEMPERATURAS SOBRE DOIS BIÓTIPOS DE *Aedes aegypti* (DIPTERA: CULICIDAE)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao departamento de Biologia da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito à obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientador (a): Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Maria Avany Bezerra Gusmão

**CAMPINA GRANDE**  
**Agosto de 2017**

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 de Conclusão de Curso.

A553i Andrade, Marllon Rinaldo de Lima.  
Impactos de diferentes temperaturas sobre dois biótipos de *Aedes aegypti* (Diptera : Culicidae) [manuscrito] / Marllon Rinaldo de Lima Andrade. - 2017  
21 p.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, 2017.

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

1. *Aedes aegypti*. 2. Insetos. 3. Culicidae.

21. ed. CDD 595.77

MARLLON RINALDO DE LIMA ANDRADE

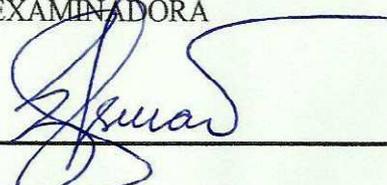
**IMPACTO DE DIFERENTES TEMPERATURAS SOBRE DOIS BIÓTIPOS DE *Aedes aegypti* (DIPTERA: CULICIDAE)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento do Curso de Biologia da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito a obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

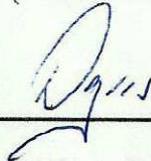
Área de concentração: Zoologia/Entomologia.

Aprovado em 24/08/2017

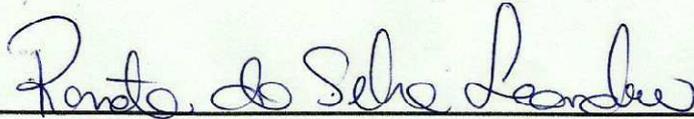
BANCA EXAMINADORA



Dr.ª Maria Avany Bezerra Gusmão  
(Orientadora/UEPB)



Dr. Carlos Alberto Domingues da Silva  
(Embrapa/PB)



Msc. Renata da Silva Leandro  
(UEPB)

Ao meu pai, minha mãe e meus irmãos, pelo apoio, companheirismo, investimento e principalmente pelo AMOR, DEDICO!

## AGRADECIMENTOS

À **Deus e todos os Orixás**, por sempre iluminar e guiar meus caminhos, livrando-me de todo o mal.

Aos meus pais **José Rinaldo Mendes de Andrade** e **Ana Claudia de Lima Andrade**, por todo o apoio emocional e financeiro; pelos ensinamentos de vida, pela minha criação e principalmente pelo amor incondicional. Eu amo vocês!

Aos meus irmãos **Matheus** e **Antonio**, pela compreensão e paciência nos momentos difíceis da caminhada.

Um agradecimento especial a minha avó **Fátima**, por estar presente em todos os momentos de minha vida, sempre me apoiando e vibrando com minhas conquistas.

À toda minha família, em especial aos meus padrinhos, **José Salgado e Marli de Lima Assis**, por todo o apoio ofertado não só durante os quatro anos de curso, mas também por estarem sempre por perto nos momentos de precisão.

Ao meu primeiro orientador, **Prof. Dr. Eduardo Barbosa Beserra** (*in memoriam*), por permitir que eu fizesse parte do laboratório de Entomologia Médica da UEPB e me tornasse um pesquisador, minha eterna gratidão.

À **Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Avany Bezerra Gusmão**, pelos ensinamentos não só acadêmicos, mas também de vida e por me ensinar a amar a docência. Agradeço também por aceitar me orientar na reta final do curso.

À **Renata da Silva Leandro**, técnica do laboratório de entomologia médica da UEPB, pelos ensinamentos na condução das pesquisas, pelo profissionalismo e pelos momentos de amizade.

A **Mário Herculano**, do programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação, pela ajuda e auxílio nas análises estatísticas deste trabalho.

Aos professores do Curso de Bacharelado de Biologia da UEPB, por todos os conhecimentos repassados e por mostrarem a cada aula o amor e o respeito pela profissão do biólogo.

Aos colegas de laboratório **Eduardo, Carlos, Hidalgo e Steffany**, por partilhar os últimos quatro anos do laboratório de Entomologia junto comigo sob a coordenação do Prof. Dr. Eduardo Barbosa Beserra.

Aos colegas e amigos de classe, em especial **Steffany, Rhian, Camile, Katiane, Jessika, Thiago Brunno e Thiago Felipe**, pelos momentos de amizade, descontração e apoio.

Às secretarias de saúde dos municípios de Campina Grande e Patos, por todo o apoio logístico e pelo fornecimento das informações necessárias à construção do presente estudo.

À banca examinadora, pelo aceite do convite e pelas contribuições dadas no intuito de engrandecer ainda mais a pesquisa.

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	9
2	MATERIAIS E MÉTODOS.....	10
2.1	Caracterização da Área de Estudo.....	10
2.2	Coleta de Amostras de <i>Aedes aegypti</i> .....	11
2.3	Técnica de Manutenção de <i>Aedes aegypti</i> em Laboratório.....	11
2.4	Efeito da Elevação Térmica na Taxa de Sobrevivência de populações de <i>A. aegypti</i>	11
2.5	Análises Estatísticas.....	12
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	12
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	16
5	REFERÊNCIAS.....	17

# IMPACTO DE DIFERENTES TEMPERATURAS SOBRE DOIS BIÓTIPOS DE *Aedes aegypti* (DIPTERA: CULICIDAE)

Marllon Rinaldo de Lima Andrade\*

## RESUMO

A temperatura é um dos principais fatores que influenciam o ciclo de vida e as taxas de sobrevivência de insetos vetores como o *Aedes aegypti*. Considerando-se a adaptabilidade desses insetos e as características climáticas das regiões de origem das populações dos insetos, o presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito do aumento gradativo da temperatura sobre a taxa de sobrevivência de populações de *A. aegypti* de diferentes condições bioclimáticas. As amostras foram coletadas em dois bairros com altos índices de infestação nos municípios de Campina Grande–PB, região do agreste, e Patos–PB, no sertão. Após estabelecimento das gerações F1, F2 e F3 em laboratório, as populações de ambas as cidades foram submetidas às temperaturas de 26 a 32 °C, elevadas gradativamente de dois em dois graus. Os resultados mostraram interações significativas entre as populações de *A. aegypti* e a temperatura ( $F_{1,16}=364,495$ ;  $P<0,001$ ), observando-se redução das taxas de sobrevivência com o aumento da temperatura para as populações de C. Grande ( $R=0,8445$ ;  $P<0,0001$ ) e Patos ( $R=0,6253$ ;  $P<0,0001$ ). Entretanto, houve crescimento nas taxas de sobrevivência entre as gerações F1 e F3 a uma mesma temperatura ( $F_{1,6}=26,107$ ;  $P<0,0001$ ), indicando possível aclimação desses insetos. O extremo máximo de temperatura (32 °C) permitiu o desenvolvimento da população de Patos por três gerações, o que não foi observado para a população de Campina Grande, sendo sugerido que isso tenha ocorrido devido às características climáticas das regiões de origem dos insetos.

**Palavras-chaves:** Aclimação, Culicidae, Mosquitos, Temperatura.

---

\*Aluno de Graduação em Ciências Biológicas na Universidade Estadual da Paraíba – Campus I.  
Email: marllonlima16@gmail.com

## 1 INTRODUÇÃO

Os insetos são organismos que não apresentam um sistema de termorregulação e controlam suas atividades metabólicas a partir da variação das condições ambientais (RODRIGUES, 2004), exceto alguns lepidópteros que conseguem manter sua temperatura corpórea constante durante o voo (LAROCA, 1995).

A maioria das espécies de insetos consegue ter seu desenvolvimento e taxas de sobrevivências ótimas na faixa de temperatura entre 15° e 38 °C, podendo ser encontrados desde o ártico até o equador em uma escala de temperatura que vai de -20 °C até os 52 °C (GALLO et al., 2002). Seu ciclo de vida pode ser influenciado pela associação de condições ambientais como a umidade, precipitação e temperatura, tornando-se mais curto ou mais longo (COSTA et al., 2010).

Os insetos são considerados excelentes vetores na transmissão de patógenos devido sua vida ser influenciada pelos fatores climáticos, somados as suas formas e tamanhos variados, curto espaço de tempo para sua reprodução, hábito hematofílico e antropofílico (BESERRA et al., 2006; MORETTO et al., 2016). Contudo, os fatores climáticos não só influenciam a bioecologia dos insetos, mas também o desenvolvimento de patógenos que sobrevivem dentro de seu organismo.

O aumento da temperatura pode influenciar as populações de insetos transmissores de doenças (EPSTEIN, 2001; CALADO et al., 2002). Nesse último estudo, os autores perceberam que o período de duração do ciclo de vida foi inversamente proporcional ao aumento da temperatura, sendo os estágios imaturos os mais suscetíveis às baixas temperaturas. Em condições de laboratório, os estudos de Rueda (1990), Beserra et al. (2006) e Dalatte (2009) mostraram, entretanto, que temperaturas entre 20 °C e 30 °C são as mais favoráveis para o desenvolvimento de *Culex quinquefasciatus* (Linnaeus, 1758), *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) e *A. albopictus* (Skuse, 1894), além de ter proporcionado maiores taxas de sobrevivência.

Segundo Donalísio et al. (2002), projeções de elevação de 2 °C na temperatura do planeta para o final do século XXI provavelmente aumentarão a latitude e altitude da área abrangida na dispersão dos insetos vetores e também dos patógenos transmitidos por eles. O aumento da temperatura pode fazer com que esses insetos se dispersem para outras regiões onde as condições climáticas favoreçam seu desenvolvimento ou, pode ocorrer adaptação ao novo cenário climático, imposto através de alterações em sua fisiologia e comportamento (GUITHEKO et al., 2000).

As mudanças climáticas também podem influenciar de forma diferente na densidade dos insetos vetores de acordo com a região. Segundo Linthicum et al. (1999), os El Niños de 1997-1998 causaram explosões populacionais do vetor *Anopheles* spp. no Quênia, ocasionando o aumento dos casos de malária; ao contrário do que ocorreu na Tanzânia, onde houve redução dos casos dessa doença, principalmente pela baixa densidade do vetor (LINDSAY et al., 2000). De acordo com Campbell et al. (2015), mudanças climáticas podem reorganizar a distribuição geográfica de insetos como *A. aegypti* e *A. albopictus*, atualmente concentrados nas regiões tropicais e subtropicais do planeta, para regiões como América do Norte e sul da América do Sul, pois o aumento da temperatura pode descaracterizar as regiões temperadas e possibilitar a expansão desses vetores.

Assim, de acordo com essas projeções e tomando como base o quarto Relatório de Avaliação de Mudanças Climáticas, o IPCC-AR4 (2007), Marinho (2013) estimou que haverá um aumento de 0,073 °C/ano para o estado da Paraíba, sendo 0,044 °C/ano para o município de Campina Grande-PB e de 0,061 °C/ano para o município de Patos-PB. Esses dados mostram que as temperaturas médias podem ser elevadas para 33,1 °C e 39,1 °C, respectivamente, o que poderá favorecer o estabelecimento e dispersão de populações de insetos vetores como *A. aegypti*.

O mosquito *A. aegypti* tem uma grande importância médica e epidemiológica por transmitir arboviroses por todo o mundo, a exemplo da Dengue e Febre amarela, principalmente nas regiões tropicais e subtropicais do planeta (FORATTINI, 2002). Sua adaptação à vida urbana e a convivência com os seres humanos resultou em um comportamento antropofílico (NATAL, 2002), crucial para a urbanização e expansão dos vírus da Chikungunya e Zika nas Américas (COFFEY et al., 2014; MUSSO et al., 2015).

Os dados epidemiológicos de acordo com a avaliação de infestação predial pelo *A. aegypti* de 2016 no estado da Paraíba mostraram que dos 223 municípios, 32 estão em situação de risco para ocorrência de surto de arboviroses (SECRETARIA DE SAÚDE DO ESTADO DA PARAIBA, BOLETIM EPIDEMIOLÓGICO 2016). Destacam-se nesse cenário as cidades de Campina Grande, localizada no agreste, e Patos, no sertão paraibano, que apresentam um índice de infestação predial (IIP) de 7,5% e 6,4%, respectivamente. Dado a isso, essas cidades são consideradas de alto risco para surto de dengue de acordo com os parâmetros do levantamento (SECRETARIA MUNICIPAL DE SAÚDE, 2017).

Em função do efeito do aumento da temperatura sobre as populações de insetos vetores e de sua influência sobre o ciclo de vida desses insetos, o presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito do aumento gradativo da temperatura sobre a taxa de sobrevivência

de populações de *A. aegypti* oriundas dos municípios de Campina Grande e Patos no estado da Paraíba, testando a hipótese de que populações de *A. aegypti* de localidades quentes sobrevivem mais que aquelas de localidades frias em função do aumento da temperatura.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Caracterização da Área de Estudo

As amostras dos mosquitos testadas foram provenientes de bairros com altos índices de infestação nos municípios de Campina Grande (CG) e Patos, estado da Paraíba, localizados em mesorregiões que apresentam condições bioclimáticas diferentes. Campina Grande localiza-se na mesorregião do agreste paraibano, e Patos na mesorregião do sertão do estado (MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL, 2005). O bairro selecionado no município de Campina Grande foi Bodocongó ( $07^{\circ}13'14,92\text{S}/035^{\circ}55'1,32\text{O}$ ), e em Patos, o bairro Belo Horizonte ( $7^{\circ}01'06.8''\text{S}/37^{\circ}17'07.8''\text{O}$ ) (Fig. 1). Ambos os bairros tinham alto índice de infestação.

Figura 1. Localização geográfica dos bairros Bodocongó (Campina Grande) e Belo Horizonte (Patos), estado da Paraíba. Fonte: Adaptado de AESA.



O histórico climático de ambos os municípios nos últimos 20 anos indica que as temperaturas médias máximas ocorrem no período compreendido entre os meses de janeiro a abril, e as mínimas entre os meses de maio e junho. As temperaturas máximas e mínimas para Campina Grande são de 30 °C/ano e 18 °C/ano, respectivamente, e as de Patos são de 32,7 °C/ano e 20,4 °C/ano, respectivamente (INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA).

## **2.2 Coleta das amostras de *Aedes aegypti***

As amostras de ovos de *A. aegypti* foram coletadas no mês de abril do ano de 2016, utilizando armadilhas tipo Ovitrap (BESERRA et al., 2009). Em cada bairro foram instaladas 50 armadilhas, recolhidas após três dias. O material coletado foi levado ao laboratório de Entomologia pertencente ao Núcleo de Sistemática e Bioecologia de Insetos no CampusI/CCBS, Universidade Estadual da Paraíba, para estabelecimento da criação F1 e início dos bioensaios.

## **2.3 Técnica de Manutenção de *Aedes aegypti* em Laboratório**

Em sala de criação climatizada a temperatura de 26 °C ± 2 °C, com fotofase de 12 horas e câmaras climatizadas (BOD), foram acondicionadas as palhetas de eucatex contendo ovos de *A. aegypti* imersas em bandejas plásticas (40 x 27 x 7,5 cm). Cada bandeja foi preenchida com metade de seu volume com água desclorada para eclosão das larvas.

Para criação e manutenção das larvas, pupas e adultos utilizou-se a metodologia descrita por Beserra et al. (2006; 2009).

## **2.4 Efeito da Elevação Térmica na Taxa de Sobrevivência de populações de *Aedes aegypti***

Para se avaliar os efeitos da elevação da temperatura sobre populações de *A. aegypti* se tomou como referência a temperatura de 26 °C, ponto médio entre 22 °C e 30 °C, que é a faixa de temperatura favorável ao ciclo de vida do vetor em laboratório (BESERRA et al., 2006). As amostras populacionais das duas cidades foram analisadas nas temperaturas de 26, 28, 30 e 32 °C. Em cada temperatura os insetos foram mantidos por três gerações seguidas. Obtendo-se a nova geração, e se esta apresentasse 50% ou mais de emergência do adulto, a temperatura era elevada em 2 °C.

O experimento em cada temperatura teste e a cada geração era sempre iniciado com 400 ovos, distribuídos em 100 ovos por bandeja plástica (40 x 27 x 7,5 cm), até o completo desenvolvimento larval. Quando da emergência das pupas, estas foram transferidas para copos de polietileno (250 ml) contendo 200 ml de água desclorada e colocadas em gaiolas de criação para a emergência de adultos, acasalamento e obtenção de ovos para a próxima geração a ser analisada. Diariamente foram contados quantos indivíduos conseguiram chegar até a fase adulta nas temperaturas testes, sendo contados e retiradas as exúvias pupais. Todos os bioensaios foram realizados em câmaras climatizadas (BOD), com fotofase de 12h e umidade relativa de 70% reguladas às temperaturas desejadas. Para a alimentação larval e de adultos seguiu a metodologia descrita no item 2.3.

## 2.5 Análises Estatísticas

Os valores das taxas de sobrevivência das populações analisadas foram submetidos à ANOVA fatorial 4x2, para se avaliar a influência da temperatura sobre os biótipos de *A. aegypti* das duas condições bioclimáticas, e feita à análise de regressão linear para ambas as populações. Todas as análises foram realizadas nos softwares estatísticos R (R Development Core Team 2011) e Bioestat 5.0.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A taxa de sobrevivência das populações de *A. aegypti* estudadas apresentou interação significativa com a temperatura ( $F_{1,16} = 364,495$ ;  $P < 0,001$ ). As maiores taxas de sobrevivência foram observadas a 26 °C, para as duas populações; enquanto as menores foram observadas a 30 °C para CG, e 32 °C para Patos (Tabs. 1 e 2). Houve correlação negativa significativa entre as taxas de sobrevivência com o aumento da temperatura, tanto para a população de CG ( $R = 0,8445$ ;  $P < 0,0001$ ), quanto para a população de Patos ( $R = 0,6253$ ;  $P < 0,0001$ ) (Figs. 2 e 3).

Os dados mostraram que as duas populações de *A. aegypti* analisadas apresentaram taxas de sobrevivência acima de 80% a 26 °C, mesmo sendo elas oriundas de municípios que apresentam condições bioclimáticas diferentes. Segundo Beserra et al. (2008), isso pode ser explicado pelas características inatas da espécie em desenvolver seu ciclo de vida dentro de uma faixa de temperatura ótima que vai dos 22 °C aos 30 °C. Resultado semelhante também foi registrado para *A. albopictus*, que apresentou altas taxas de sobrevivência quando submetido às temperaturas de 20 e 30 °C (DALATTE et al., 2009). De acordo com Muturi et

al. (2012), a faixa de temperatura considerada ótima não só garante o desenvolvimento dos insetos como também o acelera.

Tabela 1. Taxa média de sobrevivência (%) de *Aedes aegypti* (Culicidae) em quatro temperaturas diferentes no município de Campina Grande, PB - Brasil. 2016.

Gerações	Temperatura (°C)			
	26	28	30	32
F1	328 (82,0)	127 (31,7)	50 (12,5)	25 (6,2)
F2	348 (87,0)	211 (52,7)	189 (47,2)	-
F3	366 (91,5)	291 (72,7)	201 (50,2)	-

Valores entre parênteses representam a porcentagem.

Tabela 2. Taxa média de sobrevivência (%) de *Aedes aegypti* (Culicidae) em quatro temperaturas diferentes no município de Patos, PB - Brasil. 2016.

Gerações	Temperatura (°C)			
	26	28	30	32
F1	315 (90,0)	128 (32,0)	223 (55,7)	83 (20,7)
F2	334 (93,5)	202 (50,0)	261 (65,2)	126 (31,5)
F3	351 (95,7)	235 (58,7)	206 (51,5)	175 (43,75)

Valores entre parênteses representam a porcentagem.

Figura 2. Relação entre o número de adultos de *Aedes aegypti* e o aumento gradativo da temperatura para a população do município de Campina Grande-PB em três gerações. Ano 2016.

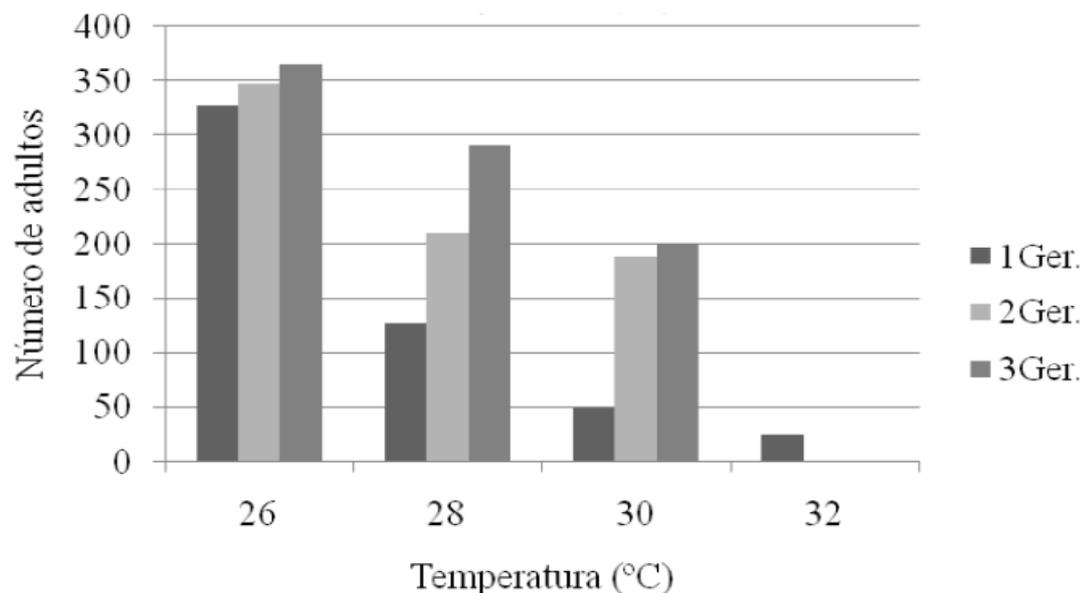
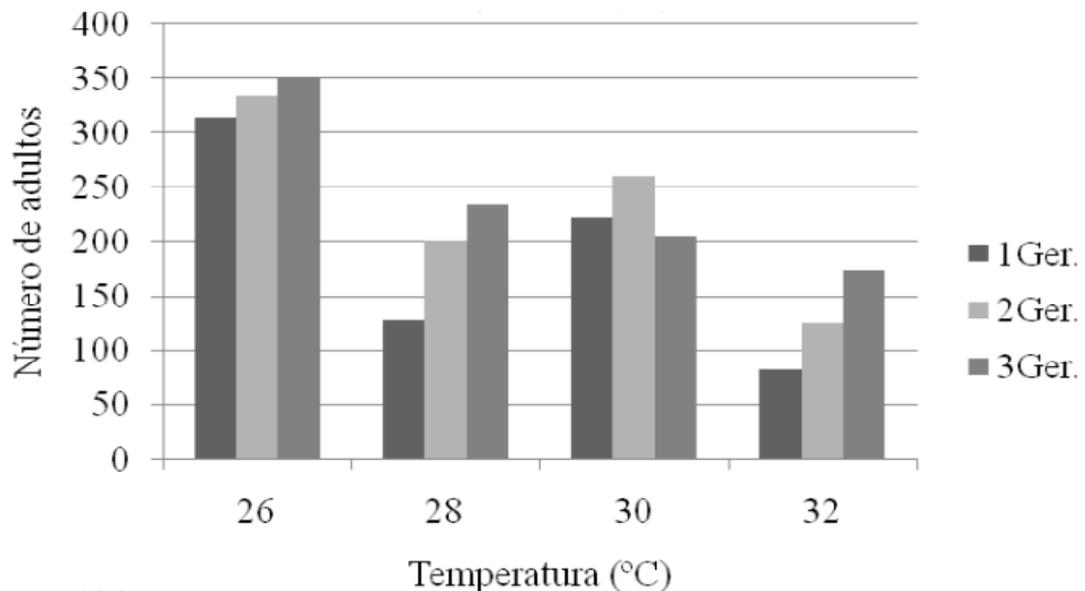


Figura 3. Relação entre o número de adultos de *Aedes aegypti* e o aumento gradativo da temperatura para a população do município de Patos-PB em três gerações. Ano 2016.



Houve baixa taxa de sobrevivência para a 1ª geração para a população do *A. aegypti* de CG, submetida a 32 °C. Do total de 400 ovos colocados para eclodir, apenas 6,2% eclodiram à larva e completaram seu desenvolvimento. Esse resultado influenciou na baixa taxa de reprodução, interrompendo os bioensaios a essa temperatura (Tab. 1). Resultado contrário foi observado para as amostras de Patos, registrando-se uma taxa de sobrevivência de 20,7% para a 1ª geração (Tab. 2).

As baixas taxas de sobrevivências de *A. aegypti* submetidas a 32 °C indicam que esses insetos são suscetíveis ao baixo desenvolvimento quando submetidos a temperaturas acima dos 30 °C, corroborando Beserra et al. (2006). Esses autores verificaram baixa viabilidade de ovos da população *A. aegypti* de CG imersos em água a temperatura de 32 °C. Dados semelhantes foram observados também por Jhoshi (1996) e Oda et al. (1999) ao estudarem populações de *A. krombeini*, *C. quinquefasciatus* e *C. pipiens* submetidas às temperaturas de 26, 30 e 33 °C. Para os autores, a energia que seria usada na reprodução foi empregada na sobrevivência do adulto. Para Chadee (1997), em condições desfavoráveis, fêmeas de *A. aegypti* retêm os ovos e há reabsorção de folículos imaturos, podendo ocorrer também menos alocação de proteína do sangue ingerido e utilização de carboidratos (FRANKINO et al., 1999). Tais mudanças alteram a fisiologia do inseto possibilitando uma maior longevidade.

A alta taxa de sobrevivência da população de *A. aegypti* de Patos em relação à população de CG, submetidas a 32 °C, possivelmente deve-se ao fato das características climáticas inatas da região, permitindo a manutenção da população a essa temperatura.

Marinho et al. (2015), ao estudarem o ciclo de vida desse inseto também registraram sobrevivência para a população de Patos a 33 °C. Por se localizar na mesorregião do sertão da Paraíba, e apresentar temperaturas médias anuais em torno de 32,7 °C, tais resultados fortalecem a ideia de que as populações de insetos se adaptam a temperaturas semelhantes à sua região bioclimática de origem. Contudo, de acordo com Ribeiro et al. (2004), a adaptação também pode ocorrer no extremo mínimo de temperatura, conforme visto desenvolvimento embrionário em populações de *C. quinquefasciatus* submetidas à temperatura de 15 °C. Essas populações eram oriundas do município de Pelotas no estado do Rio Grande do Sul, que apresenta temperaturas abaixo dos 15 °C durante o inverno.

Houve aumento nas taxas de sobrevivência entre a 1ª e a 3ª geração para cada temperatura teste quando observadas isoladamente (Tabs. 1 e 2). Contudo, houve baixa taxa de sobrevivência para a 1ª geração ao elevar-se a temperatura em 2 °C. O aumento das taxas de sobrevivência observado entre as gerações a uma mesma temperatura nesse estudo corrobora Chang et al. (2007). Esses autores analisaram a sobrevivência de populações de *A. aegypti* e *A. albopictus* oriundas de Taywan, e observaram que as taxas de sobrevivência da geração F3 eram sempre maiores que a da F1. Os autores sugeriram que o inseto sofra aclimatação do ambiente em que está inserido quando submetido a exposições longas a determinadas temperaturas, sendo elas baixas ou altas.

Considerando os resultados obtidos neste estudo, e levando em consideração as projeções climáticas, é possível que os insetos vetores consigam se adaptar e estabelecer suas populações nos cenários de temperaturas projetadas. Talvez, as regiões projetadas a apresentar temperaturas acima dos 40 °C, que é a zona de estivação temporária dos insetos, dificilmente apresente explosões populacionais de insetos vetores e surtos de arboviroses, já que a essa temperatura não só a biologia do inseto é afetada como também o desenvolvimento de patógenos em seu interior. Segundo Gagnon et al., (2002), o aumento da temperatura global pode fazer com que os insetos vetores se dispersem e estabeleçam suas populações em locais onde seu desenvolvimento não fosse possível. Além disso, pode ocorrer a adaptação ao novo cenário de temperatura como visto nos resultados dessa pesquisa, quando foi possível observar o aumento das taxas de sobrevivência de insetos expostos a uma mesma temperatura com o passar de três gerações.

## 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo mostrou que a temperatura exerce influência sobre o ciclo de vida do inseto *A. aegypti*, diminuindo suas taxas de sobrevivência com o aumento da temperatura. Contudo, foi possível observar a adaptação do vetor às condições de temperatura inerentes às suas regiões de origem, fortalecendo a teoria de adaptabilidade desses mosquitos.

Além disso, o estudo contribuiu para o entendimento da dinâmica populacional do mosquito *A. aegypti*, levando em consideração as possíveis alterações fisiológicas ocorridas com o aumento gradativo da temperatura, e aliado a outros estudos, pode-se traçar diferentes estratégias de controle adaptadas a diferentes localidades, tornando-as mais eficazes para a erradicação de insetos vetores.

### **IMPACT OF DIFFERENT TEMPERATURES ON TWO BIOTYPES OF *Aedes aegypti* (DIPTERA: CULICIDAE)**

#### **ABSTRACT**

Temperature is one of the main factors influencing the life cycle and survival rates of insect vectors such as *Aedes aegypti*. Considering the adaptability of these insects and the climatic characteristics of the regions of origin of insect populations, the present study had as objective to evaluate the effect of the gradual increase of temperature on the survival rate of *A. aegypti* populations of different bioclimatic conditions. Samples were collected in two districts with high infestation rates in the municipalities of Campina Grande-PB, wild of region, and Patos-PB, in the backwood. After establishing the F1, F2 and F3 generations in the laboratory, the populations of both cities were submitted to temperatures of 26 to 32 °C, gradually raised every two degrees. The results showed significant interactions between the populations of *A. aegypti* and temperature ( $F_{1,16} = 364.495$ ;  $P < 0.001$ ), with a reduction in survival rates with the increase in temperature for the populations of C. Grande ( $R = 0.8445$ ;  $P < 0.0001$ ) and Patos ( $R = 0.6253$ ;  $P < 0.0001$ ). However, there was an increase in survival rates between the F1 and F3 generations at the same temperature ( $F_{11,6} = 26.107$ ;  $P < 0.0001$ ), indicating possible acclimation of these insects. The maximum temperature (32 °C) allowed the development of the Patos population for three generations, which was not observed for the population of Campina Grande, and it was suggested that this occurred due to the climatic characteristics of the regions of origin of the insects.

Keywords: Acclimatization, Culicidae, Mosquitoes, Temperature.

## 5 REFERÊNCIAS

- BESERRA, E.B.; CASTRO, JR. F.P.; SANTOS, J.W.; SANTOS, T.S.; FERNANDES, C.R. M. Biologia e exigências térmicas de *Aedes aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae) provenientes de quatro regiões bioclimáticas da Paraíba. **Neotropical Entomology**, v. 35, n. 6, p. 853-860, 2006.
- BESERRA, E.B.; CASTRO, JR. F.P. 2008. Biologia comparada de populações de *Aedes* (*Stegomyia*) *aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae) da Paraíba. **Neotropical Entomology**, v. 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, Série Zoologia**, v. 99, n. 2, p. 142-148, 2009.
- BIOESTAT (2007). Bioestat 5.0 - Aplicações estatísticas nas áreas das ciências biomédicas. ONG Mamiraua, Belém, Pará. URL: <http://www.mamiraua.org.br/pt-br/downloads/programas/bioestat-versao-53/>
- BRASIL, Instituto nacional de meteorologia. Normas climatológicas. Disponível em:< <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>> Acesso em: 20 de junho de 2017.
- BRASIL, Ministério da integração nacional. Relatório final do grupo de trabalho interministerial para redelimitação do semi-árido nordestino e do polígono das secas. Disponível em:< [http://www.mi.gov.br/c/document\\_library/get\\_file?uuid=0aa2b9b5-aa4d-4b55-a6e1-82faf0762763%20&groupId=24915](http://www.mi.gov.br/c/document_library/get_file?uuid=0aa2b9b5-aa4d-4b55-a6e1-82faf0762763%20&groupId=24915)> Acesso em: 26 de junho de 2017.
- CALADO, D.C.; NAVARRO-SILVA, M.A. Influência da temperatura sobre a longevidade, fecundidade e atividade hematofágica de *Aedes* (*Stegomyia*) *albopictus* Skuse, 1894 (Diptera, Culicidae) sob condições de laboratório. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 46, n.1, p. 93-98, 2002a.
- CAMPBELL, L.P.; C. LUTHER, D.; MOO-LLANES, J.M.; RAMSEY, R.; DANIS, L.; PETERSON, A.T. Climate change influences on global distributions of dengue and chikungunya virus vectors. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London**, 370. 2015.
- CHADEE, D.D. Effects of forced egg-retention on the oviposition patterns of female *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). **Bulletin of Entomological Research**, v. 87, n. 1, p. 649-651, 1997.

CHANG, L.H.; HSU, E.L.; TENG, H.J.; HO, C.M. Differential survival of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) larvae exposed to low temperatures in Taiwan. **Journal of Medical Entomology**, v. 44 p. 205-210, 2007.

COFFEY, L.L.; FAILLOUX, A.B.; WEAVER, S.C. Chikungunya Virus–Vector Interactions. **Viruses**, v. 6, p. 4628-4663, 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**, v. 54, p. 488-493, 2010.

DELATTE, H.; GIMONNEAU, G.; TRIBOIRE, A.; FONTENILLE, E.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**, v. 46, p. 33-41, 2009.

DONALÍSIO, M.R.; GLASSER, C.M. Vigilância entomológica e controle de vetores do dengue. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 5, n. 3, 259- 279, 2002.

EPSTEIN, P.R. Climate change and emerging infectious diseases. **Microbes And Infection, Instituto Pasteur**, v.3, p. 747–754, 2001.

FORATTINI, O.P. **Culicidologia Medica**. São Paulo: Edusp, cap.14, p. 453-492. 2002.

FRANKINO, W.A.; JULIANO S.A. Costs of reproduction and geographic variation in the reproductive tactics of the mosquito *Aedes triseriatus*. **Oecologia**, v. 120, p. 59-68, 1999.

GAGNON, A.S.; SMOYER-TOMIC K.E.; BUSH, A.B.G. The El Nino Southern Oscillation and malaria epidemics in South America. **International Journal of Biometeorology**, v. 46, n. 2, p. 81-89, 2002.

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

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

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE – IPCC. **Climate Change 2007: the physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.** Cambridge: Cambridge University Press, 2007. 996 p.

JOSHI, D.S. Effect of fluctuating and constant temperatures on development, adult longevity and fecundity in the mosquito *Aedes krombeini*. **Journal of Thermal Biology**, v. 21, p. 151–154, 1996.

LAROCA, S.N. **Ecologia: Princípios e Métodos.** Petrópolis: Vozes, 1995. 197p.

LINDSAY, S.W.; BODKER, R.; MALIMA, R.; MSANGENI, H.A.; KISINZA, W. Effect of 1997-98 El Niño on highland malaria in Tanzania. **Lancet**, v. 355, p. 989–990, 2000.

LINTHICUM, K.; ANYAMBA, A.; TUCKER, C.; KELLEY, P.; MYERS, M.; PETERS, C. Climate and Satellite Indicators to Forecast Rift Valley Fever Epidemics in Kenya. **Science**, v. 285, n. 5426, p. 397–400, 1999.

MARINHO, R.A. Ecobiologia de *Aedes aegypti* (L. 1762) (Diptera: Culicidae) associada a fatores climáticos em três mesorregiões da Paraíba. **Dissertação** (Mestrado), Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, PB. 76 p. 2013.

MARINHO, R.A.; BESERRA, E.B.; BEZERRA-GUSMÃO, M.A.; 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**, v. 41, p. 1-10, 2016.

MUSSO, D.; CAO-LORMEAU, V.M.; GUBLER, D.J. Zika virus: following the path of dengue and chikungunya? **Lancet**, v. 386, p. 219-310, 2015.

MUTURI, E.J.; BLACKSHEAR, M.; MONTGOMERY, A. Temperature and density-dependent effects of larval environment on *Aedes aegypti* competence for an alphavirus. **Journal of Vector Ecology**, v. 37, p. 154-161, 2012.

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

ODA, T.; K, UCHIDA; A, MORI; M, MINE; Y, ESHITA; K, KUROKAWA; K. KATO; TAHARA, H. Effects of high temperature on the emergence and survival of adult *Culex*

*pipiens molestus* and *Culex quinquefasciatus* in Japan. **Journal of the American Mosquito Control Association**, v. 15, p. 153–156, 1999.

R CORE TEAM (2015). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL: <https://www.Rproject.org/>.

RIBEIRO, P.B.; COSTA, A.E.; LOECK, E.E.S.; VIANNNA, J. P. S. Exigências térmicas de *Culex quinquefasciatus* (Diptera, Culicidae) em Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia Série Zoologia**, v. 94, p. 177-180, 2004.

RODRIGUES, W.C. Fatores que Influenciam no Desenvolvimento dos Insetos. **Info Insetos**, v. 1, n. 4, p. 1-4, 2004.

RUEDA, L.M.; PATEL, K.J.; AXTELL, R.C.; STINNER, R.E. Temperature-dependent development and survival rates of *Culex quinquefasciatus* and *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). **Journal of Medical Entomology**, v. 27, p. 892-898, 1990.

SECRETARIA MUNICIPAL DE SAÚDE. **Índices de Infestação Predial e de Breteau para o *Aedes aegypti*** – (%) conforme LIRAA/2016. Prefeitura Municipal de Campina Grande-PB, 2017.

SECRETARIA MUNICIPAL DE SAÚDE. **Índices de Infestação Predial e de Breteau para o *Aedes aegypti*** – (%) conforme LIRAA/2016. Prefeitura Municipal de Patos-PB, 2017.

SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BARBIN, D.; VILLA NOVA, N. **Manual de ecologia dos insetos**. Piracicaba: Ceres, 1976. 419p.

