

MICROEVOLUÇÃO ALAR DO MOSQUITO *Aedes aegypti* NA REGIÃO DE CATANDUVA-SP

Matheus Lima

mths.lima.182@gmail.com

Licenciado em Ciências Biológicas pelo Instituto Municipal de Ensino Superior (IMES/Catanduva)

João Ricardo Araújo dos Santos

Professor Doutor, do Instituto Municipal de Ensino Superior (IMES/Catanduva)

RESUMO

A preocupação envolvendo doenças transmitidas por vetores existe a muitos anos, os egípcios foram os primeiros a catalogarem esses insetos, e por meio da necessidade básica de sobrevivência, estudos na área abrangem diversos aspectos evolutivos. A dengue, se não tratada corretamente, pode levar o indivíduo a morte. As pesquisas científicas envolvendo a evolução rápida do *Aedes aegypti* são novas e estão progredindo bastante, a utilização de marcos anatômicos é um método de baixo custo e vem sendo usado juntamente com testes de variação genética. A sua credibilidade é alta no meio científico e por esse motivo foi utilizada nessa pesquisa. Essas análises visaram determinar a localização das variações nas asas, no que essas variações influenciam, qual o índice de variação de cada grupo, realizar a descrição das formas das asas comparando as espécies e verificar a similaridade morfológica entre elas. Notou-se através das análises grande disparidade dos valores estatísticos obtidos, que demonstraram diferenças pronunciadas de conformação, dimensão e diferenças pontuais entre as asas. Todos esses resultados foram satisfatórios, acarretando em um ótimo funcionamento da técnica na diferenciação. Por se tratar de uma técnica rápida, de baixo custo e de simples utilização, a morfometria geométrica aliada à taxonomia, pode promover maior robustez às análises de *Aedes aegypti*. A pesquisa sobre a microevolução alar mostra a devida importância sobre o estudo e envolve recursos de baixo custo como a morfometria geométrica. Através dessa pesquisa foi possível constatar uma microevolução alar do mosquito *Aedes aegypti* na região de Catanduva- SP, e levantar hipóteses significativa sobre essa adaptação.

Palavras chave: *Aedes aegypti*, Morfometria Geométrica, Microevolução

ABSTRACT

Concern about vector-borne diseases has been around for many years, Egyptians were the first to catalog these insects, and through the basic need for survival, studies in the area cover several evolutionary aspects. Dengue, if not treated properly, can lead to death. The scientific researches involving the rapid evolution of *Aedes aegypti* are new and are progressing a lot, the use of anatomical landmarks is a low cost method and it has been used along with tests of genetic variation. Its credibility is high in the scientific world and for this reason it was used in this research. These analyzes aimed to determine the location of the variations in the wings, in which these variations influence, as the index of variation of each group, to perform the description of the forms of the wings comparing the species and verify the morphological similarity between them. The analysis showed a great disparity in the statistical values obtained, which showed pronounced differences in conformation, size, and point differences between the wings. All these results were satisfactory, leading to an excellent functioning of the technique in the differentiation. Because it is a fast technique, inexpensive and simple to use, the geometric morphometry allied to the taxonomy, can promote greater robustness to the analyzes of *Aedes aegypti*. The research on microevolutionary alloys shows the importance of the study and involves low cost resources such as geometric morphometry. Through this research it was possible to verify a microevolution of the *Aedes aegypti* mosquito in the region of Catanduva-SP, and to hypothesize significant about this adaptation.

KEYWORDS: *Aedes aegypti*, Geometric Morphometrics, Microevolução.

INTRODUÇÃO

No decorrer dos anos, a área da saúde teve grande avanço tecnológico, era de se esperar que as doenças infecciosas transmissíveis como, dengue, febre amarela e arboviroses em geral reduzissem sua importância como causa de mortalidade das populações. A transição demográfica, representada pela queda da mortalidade e natalidade e aumento da expectativa de vida das populações humanas tinha grande importância para a mudança. Sucessivamente, doenças infecciosas seriam substituídas por doenças crônicas não-transmissíveis e causas externas no cenário epidemiológico, completando a chamada transição epidemiológica (BOULOS, 2001; LUNA, 2002; BRASIL, 2008).

No passar dos anos, foi constatado que os mesmos determinantes que, acreditava-se que iriam reduzir as doenças infecciosas, também podiam atuar na direção contrária, estabelecendo novamente o surgimento e a disseminação de novas e velhas doenças infecto-parasitárias. Um exemplo é o da urbanização acelerada que favoreceu o crescimento populacional do *Aedes aegypti*, transmissor da dengue na região das Américas (LUNA, 2002).

A Dengue se trata de uma arbovirose, transmitida pelo mosquito *Aedes aegypti*, que por sua vez entra em pandemia anualmente. Na sua fase adulta a fêmea possui hábitos hematófagos, transmitindo o vírus da dengue, febre amarela, febre Chikungunya e Zika enquanto se alimenta do sangue humano.

A identificação de novos agentes infecciosos e o reaparecimento de doenças que já eram consideradas controladas, levam as doenças emergentes e reemergentes a cumprirem hoje, ao lado dos efeitos do envelhecimento populacional e da violência urbana, o centro das atenções de profissionais da saúde, acadêmicos, gestores, agentes e atores de políticas públicas, das instituições governamentais ou não, nacionais ou internacionais. (PAZ F. A. Z.; BERCINI M. A. 2000)

As teorias mais aceitas sobre o *Aedes aegypti*, é que ele tenha se disseminado da África para o continente americano por embarcações que tinham em função o tráfico de escravos. Há indícios de doenças transmitidas pelo animal em Curitiba (PR) no final do século 19 e em Niterói (RJ) no início do século 20.

Sua função no meio biológico é participar de uma cadeia, como por exemplo: Se os mosquitos

forem extintos de zonas urbanas, pouca falta faria, mas se forem extintos de áreas rurais e selvagens, haveria um “dano” de cadeia, pois suas larvas são depositadas em rios e lagos onde espécies de peixes se alimentam das mesmas, uma extinção desse inseto provocaria um desequilíbrio e posteriormente uma diminuição provável desses peixes.

As três espécies primordialmente descritas no século XVIII, foram estudadas, se achava que o único incomodo do animal era sua picada. Posteriormente no século XIX, descobriu-se que a filariose bancroftiana e a malária são transmitidas pelos mosquitos. Após descobertas, o estudo tomou maiores proporções, pois os mosquitos tinham papel crucial na veiculação de arboviroses, como a febre amarela, dengue entre outras. Em meados de 1920, já se tinha catalogadas 250 espécies de mosquitos. (CONSOLI, RAGB., E OLIVEIRA, RL. 1998)

“Hoje, existem bem mais de 3.000 espécies de mosquitos descritas, embora ainda se desconheça a biologia da grande maioria delas e os melhores meios para combater muitas daquelas sabidamente malfetoras”. (CONSOLI, RAGB., E OLIVEIRA, RL. 1998 p.18)

A essa altura, os pesquisadores já se preocupavam com aspectos da fisiologia dos mosquitos e as incluíam nos estudos sobre a sistemática desses insetos.

Buscou-se aplicar uma pesquisa comparativa, fazendo-se assim uma caracterização alar entre mosquitos capturados nas diferentes estações do ano. Foram coletadas amostras de mosquito em área urbana da cidade de Catanduva-SP e as mesmas foram analisadas no decorrer do ano de 2016 com comparações mensais.

AEDES AEGYPTI

“Os mosquitos são insetos dípteros, pertencentes à Família *Culicidae*, conhecidos também como pernilongos, muriçocas ou carapanãs”. (CONSOLI, RAGB., E OLIVEIRA, RL. 1998 p.17)

“Os adultos são alados, possuem pernas e antenas longas e na grande maioria são hematófagos, enquanto as fases imaturas são aquáticas. Seu ciclo biológico compreende as seguintes fases: ovo, quatro estágios larvais, pupa e adultos”. (CONSOLI, RAGB., E OLIVEIRA, RL. 1998 p.17).

Machos e fêmeas adultos de *Aedes aegypti* são em geral morfologicamente distintos, principalmente quanto às antenas, peças bucais e genitália. Existem espécies de *Aedes*, cujas asas diferem entre os sexos, porém essas características são geralmente sutis e de difícil descrição formal. Caracteres quantitativos e de difícil descrição como o formato alar, podem ser estudados por ferramentas matemáticas, como exemplificado por trabalhos que evidenciaram o dimorfismo sexual em *Aedes* por meio da morfometria geométrica. Com metodologia semelhante, há também trabalhos que abordam o desenvolvimento do formato das asas e de sua evolução (FORATTINI 2002).

MORFOMETRIA GEOMÉTRICA

A morfometria pode ser conceituada como o estudo estatístico das mudanças e variações na forma e do tamanho ou também como a análise e mensuração de um componente complexo multidimensional chamado forma. A morfometria implica o estudo quantitativo da forma. Esta por sua vez, é definida pela configuração de marcos, podendo ser resumida em tamanho e conformação. (MONTEIRO & REIS, 1999) (MORAES, 2003).

A morfometria geométrica representa uma área de conhecimento extremamente nova, cuja utilização e importância começaram a ser percebidas apenas nos últimos anos. Hoje já representa uma ferramenta importante em análises taxonômicas e sistemáticas, apresentando inúmeras vantagens em comparação à morfometria tradicional. Os avanços recentes permitem melhor aproximação para medidas de variação de forma entre organismos e a relação dessas variações com o ambiente como um todo, promovendo inúmeras relações com diversos ramos da ciência. No campo da taxonomia, a morfometria geométrica é utilizada para determinar as medidas das diferenças entre as espécies de modo a elaborar diferentes referenciais para comparações. As principais vantagens da utilização da técnica da morfometria geométrica com o intuito de realizar a diferenciação de espécies, é a velocidade da coleta de material de teste (várias imagens de asas podem ser digitalizadas e analisadas em um mesmo dia), o baixo custo do processo (pois somente necessita de material para digitalização de imagens) e o material que pode ser facilmente obtido tanto de exemplares secos quando frescos. A única desvantagem da

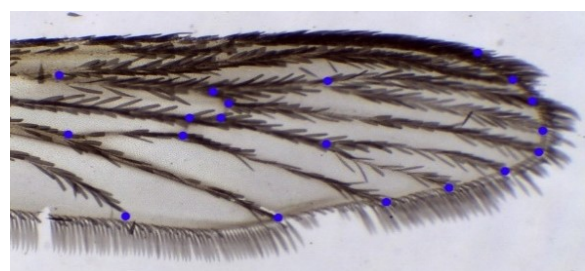
utilização da técnica segundo, é que as asas apenas devem não estar danificadas, o que, comparado a tantas outras técnicas disponíveis não representa uma desvantagem tão clara. Análises moleculares, técnicas mais utilizadas atualmente juntamente à taxonomia para discriminação de espécies, necessita da utilização de equipamentos e reativos custosos para a realização da análise, além de haver a necessidade de tempo e experiência para a interpretação dos resultados. Por essas razões, a morfometria geométrica se apresenta como um tipo de técnica que permite, com menor custo e tempo, diferenciar espécies com um alto grau de confiança atuando como uma alternativa de análise muito eficiente (SLICE et al., 2003) (RICHTSMEIER et al., 2002) (CALLE et al., 2008).

MATERIAS E METODOS

Foram coletados por meio de aspiração 258 mosquitos na cidade de Catanduva de janeiro a outubro de 2016, 86 desses eram indivíduos adultos fêmeas de *Aedes aegypti*, 75 machos de *Aedes aegypti*, 42 eram da espécie *Aedes albopictus*, 29 eram da espécie *Culex* e 26 pertenciam a espécie *Aedes scapularis*.

Para a pesquisa o objeto de interesse foram os mosquitos fêmeas de *Aedes aegypti*, dentre essas 24 foram coletadas no Verão de 2016 (Janeiro), 21 no Outono (abril), 19 no Inverno (Junho) e 22 na Primavera (Setembro) os demais animais foram descartados.

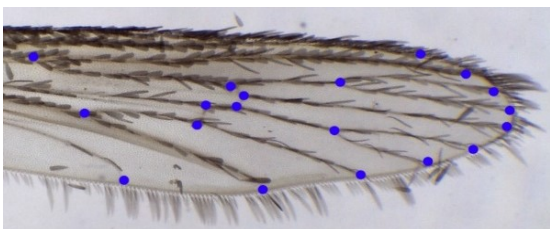
Com o auxílio de uma pinça siliconada, foi retirado delicadamente as asas direitas das fêmeas, montou-se entre lamina e laminula 86 exemplares, que foram fotografadas digitalmente utilizando estereomicroscópio Leica S6D, onde a óptica plana impossibilita deformidades periféricas de imagem. Em cada asa foi aplicado 19 marcos anatômicos que foram digitalizados com a ajuda do software TpsDig (Figura 6) (Figura 7) (Figura 8) (Figura 9). (ROHLF 2005)



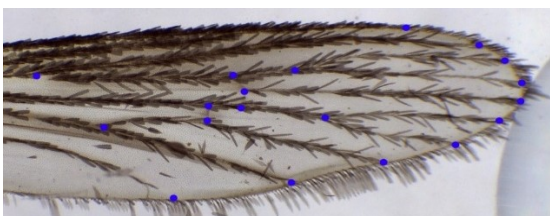
Exemplar de Janeiro 2016.



Exemplar de Abril 2016



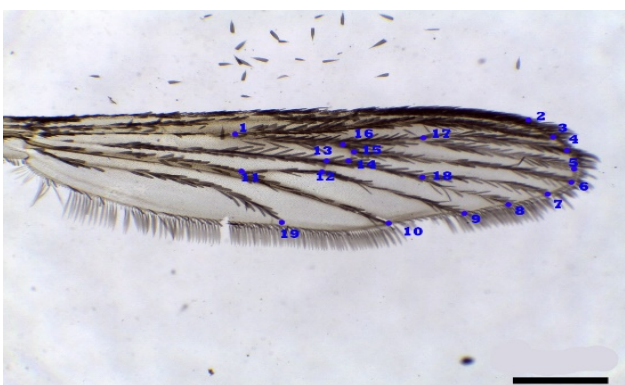
Exemplar de Junho 2016



Exemplar de Setembro 2016.

Possíveis erros na digitalização dos marcos anatômicos foram estimados comparando-se três séries de digitalização (Figura 10). A estimativa foi feita com base na “repetibilidade”.

Foram então comparados por meio de sobreposição (Figura 11), cada exemplar, para tal comparação, foi preservado o eixo como maior fator de divergência (marco 10 a 11) e então estabelecido um gráfico comparativo entre os exemplares das 4 estações do ano.



Representação dos 19 marcos anatômico.

RESULTADOS.

A análise comparou as distancias dos marcos anatômicos 10 a 11 das 24 amostras coletadas no Verão (janeiro), 21 no Outono (abril), 19 no Inverno (junho) e 22 na Primavera (setembro), mantendo como padrão o marco anatômico 1 e alinhamento das amostras em eixo cartesiano X e Y fazendo com que seja claro as medidas dos marcos anatômicos.

A análise gráfica do experimento comparativo das amostras coletadas no ano de 2016 encontra-se nos gráficos abaixo.

Tabela : Dados estatísticos

	Média (µm)	Variância (µm)	Desvio padrão (µm)
Coleta Janeiro	790,8942	42,74582	6,538028
Coleta Abril	554,9843	59,5003	7,713644
Coleta Junho	850,77	76,12811	8,725143
Coleta Setembro	848,4532	275,2124	16,58953

Visualizando o gráfico é possível constatar que a média das amostras tiveram uma diferenciação significativa entre os dados de abril e os de junho.

Entre janeiro e setembro a divergência foi mais alta se compararmos a variância e desvio padrão.

No geral é provado que a espécie *Aedes aegypti* teve uma variância alar no decorrer do ano, com picos de altos e baixos, fazendo que levantemos algumas hipóteses sobre essa variação. Tais como as mudanças climáticas, aplicação de veneno, a poluição e os criadouros de metrôpole.

No decorrer do ano a região de Catanduva registrou temperaturas variadas nos diferentes meses de coletas, tais como média de 26,5°C no mês de janeiro, 25°C em abril, 20,5°C em junho e 23,5°C em setembro. Para tal hipótese a temperatura provavelmente não foi de grande importância para essa modificação.

Possivelmente a variação de expressividade do fenótipo de asa estão envolvidos nesta diferenciação. Outros fatores possivelmente

influentes na microevolução de *Aedes aegypti* valem a pena ser pesquisados. Além disso, as implicações da evolução rápida e alto polimorfismo deste vector sobre a eficácia dos métodos de controle ainda deve ser investigada.

Pequena variação na sequência de nucleotídeos de um gene pode levar à formação de novos alelos e a frequência destes pode variar de acordo com a dinâmica da populacional da espécie. A divergência genética nas espécies não se deve somente às “forças evolutivas”, vários processos interagem de forma intrínseca. Para tais comprovações é preciso dispor de equipamentos avançados.

REFERÊNCIAS

- DEVICARI, M., LOPES, A.R. & SUESDEK, L. **Dimorfismo sexual alar em *Aedes scapularis* (Díptera: Culicidae)**. Disponível em: <<http://www.biotaneotropica.org.br/v11n2/pt/fullpaper?bn03311022011+pt>> Acesso em 11 de Set de 2016.
- FIOCRUZ. **Febre Amarela sintomas e transmissão**. Disponível em: <<https://www.bio.fiocruz.br/index.php/febre-amarela-sintomas-transmissao-e-prevencao>> Acesso em 11 de Set de 2016.
- FREITAS, Rafael. **Biologia do Aedes MOD II**. Disponível em: <<http://157.86.113.53/?p=72>> Acesso em 11 de Set de 2016.
- VASCONCELOS, Pedro Fernando da Costa. **Febre amarela: reflexões sobre a doença, as perspectivas para o século XXI e o risco da reurbanização**. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-790X2002000300004&lng=en> Acesso em 11 de Set de 2016.
- BARTH Ortrud Monika. **Atlas of dengue viruses morphology and morphogenesis** Rio de Janeiro, Brasil 2000 126pg.
- CONSOLI, RAGB. and OLIVEIRA, RL. **Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil**. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 1994. 228 p.
- CANGUSSU Lucia Regina. **Zika virus: what do we know about the viral structure, mechanisms of transmission, and neurological outcomes?** Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-790X2015000100283> Acesso em 11 de Set de 2016.
- FERREIRA, Laura Ranieri Borges dos Anjos. **Febre de chikungunya: a doença “daqueles que se dobram” é uma ameaça real a população brasileira?** Disponível em: <<http://www.faculdadealfredonasser.edu.br/files/pesquisa/Febre%20chiKungunya-.pdf>> Acesso em 11 de Set de 2016.
- VASCONCELOS. Pedro Fernando da Costa. **Emergence of Chikungunya virus: risk of introduction in Brazil**. Disponível em: <http://scielo.iec.pa.gov.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2176-62232014000300001> Acesso em 11 de Set de 2016.
- TAUIL Pedro Luiz. **Transmissibility conditions of chikungunya fever**. Disponível em: <http://scielo.iec.pa.gov.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-4974201400040-0020> Acesso em 10 de Ago de 2016.
- Mc CRAY, E. M. Jr. (1961). **A mechanical device for the rapid sexing of *Aedes aegypti*** 819. Disponível em: <<http://jee.oxfordjournals.org/content/54/4/819.1>> 10 de Ago de 2016.