

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE ZOOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA ANIMAL

FECUNDIDADE, FERTILIDADE E QUIESCÊNCIA DOS
OVOS DE *Aedes aegypti* LINNAEUS, 1762 (DIPTERA:
CULICIDAE) EM RESPOSTA A VARIAÇÕES DE
TEMPERATURA E UMIDADE

Ethiene Arruda Pedrosa de Almeida

RECIFE
Fevereiro/2005

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE ZOOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA ANIMAL

FECUNDIDADE, FERTILIDADE E QUIESCÊNCIA DOS
OVOS DE *Aedes aegypti* LINNAEUS, 1762 (DIPTERA:
CULICIDAE) EM RESPOSTA A VARIAÇÕES DE
TEMPERATURA E UMIDADE

Ethiene Arruda Pedrosa de Almeida

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, do Departamento de Zoologia do Centro de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Pernambuco, para obtenção do título de Mestre em Biologia Animal.

Orientadora: Profa. Dra. Cleide Maria Ribeiro de Albuquerque

RECIFE

Fevereiro/2005

Almeida, Ethiene Arruda Pedrosa de
Fecundidade, fertilidade e quiescência dos ovos
de *Aedes aegypti* Linnaeus, 1762 (Diptera : Culicidae)
em resposta a variações de temperatura e umidade /
Ethiene Arruda Pedrosa de Almeida. – Recife : O
Autor, 2005.

viii, 50 folhas : il., fig., tab.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal
de Pernambuco. CCB, Biologia Animal, 2005.

Inclui bibliografia e anexos.

1. Ciências biológicas – Biologia animal. 2. *Aedes aegypti* Linnaeus, 1762 (Diptera : Culicidae) – Quiescência dos ovos – Fecundidade e fertilidade das fêmeas. 3. Reprodução – Influência da temperatura e umidade. I. Título.

595.771
595.772

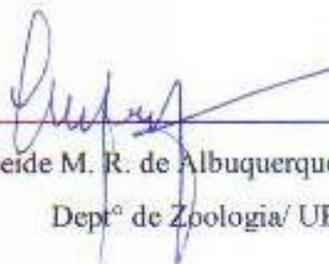
CDU (2.ed.)
CDD (22.ed.)

UFPE
BC2005-257

ETHIENE ARRUDA PEDROSA DE ALMEIDA

FECUNDIDADE, FERTILIDADE E QUIESCÊNCIA DOS OVOS DE *Aedes aegypti* LINNAEUS, 1762 (DIPTERA: CULICIDAE) EM RESPOSTA A VARIACÕES DE TEMPERATURA E UMIDADE

Examinadores:



Dra. Cleide M. R. de Albuquerque (Orientadora)

Deptº de Zoologia/ UFPE



Dra. Lêda Régis

Deptº de Entomologia – CpqAM/ FIOCRUZ



Dra. Cláudia Fontes de Oliveira

Deptº de Entomologia – CPqAM/ FIOCRUZ



Dr. Simão Dias Vasconcelos

Deptº de Zoologia/ UFPE

Suplentes:



Dra. Luciana Iannuzzi

Deptº de Zoologia/ UFPE

Dra. Ângela Isidro Farias

Deptº de Zoologia/ UFPE

Dedico às pessoas que me amaram desde o primeiro momento que me viram, meus pais Arquimedes e Eliane Almeida, e às mulheres mais importantes da minha vida, minhas avós Rosa Pedrosa e Áurea Arruda.

"O que existe além de nós ou o que se estende diante de nós é mínimo quando comparado ao que temos dentro de nós".

Ralph Waldo Emerson

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço ao meu Deus por me dar essa oportunidade única de poder ser mestre, por ter me livrado do leito de morte e também por ter me dado forças quando acreditei que não conseguiria me levantar.

Aos meus pais, Arquimedes e Eliane Almeida, e meu irmão Arthur que me ajudaram no que puderam fazendo o possível e impossível para que eu realizasse essa vitória que não é só minha, mas nossa. Peço desculpas pelos finais de semana e feriados que precisava ir à faculdade. Prometo recompensar! Amo todos vocês!!!

Às minhas amadas avós que sempre oraram e torceram por mim nos momentos mais difíceis da minha caminhada. Amo as duas!!!

A Cayo “Mozinho” Costa, por todo amor, carinho, atenção, compreensão e paciência prestados a mim durante esses quatro anos de convivência. E por estar sempre comigo nos feriados e finais de semana em que tive que ir à faculdade trabalhar! Te amo muito!

À minha família que sempre torceu, orou e acreditou que um dia eu chegaria até aqui. Obrigada! Amo muito vocês!

À minha querida orientadora Prof. Dra. Cleide Albuquerque, pela amizade, orientação, preocupação, e carinho dados a essa orientanda. Beijos e desculpas!

Aos membros da banca, Dra. Lêda Régis, Dra. Cláudia Oliveira, Dr. Simão Vasconcelos, Dra. Luciana Iannuzzi e Dra. Ângela Farias pela participação e pelas valiosas considerações feitas a esse trabalho, e principalmente pela amizade.

À minha amiga MSc. Débora Suzuki pela amizade, carinho e atenção prestados durante todo o decorrer do curso. Mesmo estando tão longe fisicamente, estive sempre perto virtualmente (quantas madrugadas, hein?!) e espiritualmente. Muito obrigada amiga! Saudades!

À minha amiga MSc. Sandra Cadengue pela amizade e, principalmente, pela ajuda prestada durante este trabalho. Muito obrigada!!!

Às minhas amigas Priscila Murolo e Cynthia Waleria Silva por me ouvirem durante as boas e grandes madrugadas de estresse e trabalho! Que nossa amizade continue sempre crescendo. Amo vocês!

Às minhas amigas Elaine Gomes e Viviane Almeida, por sempre estarem disponíveis para ouvir e ajudar durante os momentos depressivos e estressantes do final. Muito obrigada meninas! Nunca irei esquecer da nossa grande amizade! Amo vocês!

Aos meus amigos Júnior, Jéssica, Marina, Neto pela ajuda, amizade, companheirismo e paciência com essa amiga “estressada” de vocês durante essa jornada.

Aos amigos e colegas do curso Milena, Vivyanne, Aurellyana, Luciana, Leandro, Sílvia e Fábio pelos momentos de companheirismo.

Aos colegas do Laboratório de Invertebrados Terrestres: Fausto, Flávia, Márcia, Carlos Eduardo, Eloína, Juliana, Luciana, Emílio, Artur, Camila, Ranilson, Ferrugem, Paulo, Renato, Kênio, Gilson, Msc. Adriana e Cíntia pela amizade e divertida convivência.

Aos colegas e amigos meio e macrofaunísticos Alzira “Tita”, Msc. Daniele, Tatiana, Renata, Cristina, Neyvan, Maria, Msc. Mônica, Emmanuele e Eduardo, pelo coleguismo, momentos descontraídos e pelos ótimos almoços no Chinês e no Azulzinho!!!

Aos professores Dra. Miriam Guarnieri, Dra. Eduarda Larrazábal, Dr. Paulo Santos, Dra. Verônica Genevois, Dr. José Roberto Botelho, Dr. Carlos Peres, Dra. Paula Gomes, Dr. Severino Junior, Dr. Antonio Rossano, Dr. Antonio Souto pelos preciosos momentos de conhecimento prestados a mim e aos alunos do curso.

Aos técnicos do Departamento de Zoologia Sr. Ramiro e Sr. Roberto, pela ajuda e descontração durante todo o período de trabalho.

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

À CAPES pelo concedimento da bolsa de estudos para a realização desse trabalho.

RESUMO

Em regiões tropicais, epidemias de dengue têm sido coincidentes com a ocorrência de chuvas e aumento da temperatura. Nesse trabalho investigou-se o efeito de diferentes temperaturas e umidades sobre a fecundidade das fêmeas, fertilidade e quiescência dos ovos de *Aedes aegypti*, principal vetor do vírus da dengue em áreas urbanas. Fêmeas alimentadas em camundongos foram separadas individualmente em recipientes plásticos e mantidas a 25°, 30° e 35°C associados a umidades de 60% e 80%. Às fêmeas foi oferecido papel de filtro embebido em água como substrato para postura, o qual foi substituído diariamente, registrando-se o número de ovos postos durante 7 dias. A fertilidade foi baseada no percentual de eclosão das larvas provenientes dos ovos postos pelas fêmeas utilizadas nos experimentos de fecundidade. Os grupos de ovos utilizados para a análise da quiescência foram mantidos nas mesmas condições experimentais durante 30, 60, 90 e 120 dias. Os resultados indicaram redução na fecundidade com o aumento da temperatura. A intensidade desse efeito foi dependente da umidade, com as menores taxas registradas a 35°C e 60%ur, e as maiores a 25°C e 80%ur. Na temperatura mais amena a sobrevivência e o período de postura prolongaram-se por até 6 e 3 dias respectivamente, comparados aos indivíduos submetidos a 35°C. Reduções gradativas na fertilidade de ovos a 60% foram observadas com o aumento da temperatura, enquanto a 80%, esse efeito foi registrado apenas a 35°C. Ovos mantidos a 25°C produziram cerca de duas vezes mais machos que fêmeas, em ambas umidades. A temperatura, umidade e período de estocagem afetaram a integridade e eclosão dos ovos. Esses resultados sugerem que a redução nas densidades populacionais registradas nos períodos quentes em regiões tropicais é fortemente influenciada pela temperatura e umidade, que afetam negativamente diversos aspectos da biologia do mosquito. As baixas taxas de sobrevivência e a redução do tempo de postura em temperatura mais alta sugerem que as fêmeas teriam menor probabilidade de distribuir seus ovos em diferentes criadouros reduzindo a dispersão do mosquito.

ABSTRACT

In tropical areas, dengue epidemics have been coincident with the occurrence of rains and temperature increase. In our work it was investigated the effect of different temperature and humidity on the fecundity of the females, fertility and eggs quiescence of *Aedes aegypti*, main vector of the dengue virus in urban areas. Females fed in mice were separate individually in plastic containers and maintained 25°, 30° and 35°C associates to humidities of 60% and 80%. To the females filter paper was offered soaked in water as substratum for posture, which was substituted daily, enrolling the number of eggs for 7 days. The fertility was based on the percentile of appearance of the coming eggs of the females used in the fecundity experiments. The groups of eggs used for the analysis of the quiescence were maintained in the same experimental conditions during 30, 60, 90 and 120 days. The results indicated reduction in the fecundity with the increase of the temperature. The intensity of that effect was dependent of the humidity, with the smallest taxes registered to 35°C and 60%, and the largest to 25°C and 80%. At lowest temperature the survival and the posture period were prolonged for to 6 and 3 days respectively, compared to the individuals submitted to 35°C. Gradual reductions in the fertility of eggs to 60% were observed with the increase of the temperature, while to 80%, that effect was just registered to 35°C. Eggs maintained to 25°C produced about of twice more males than females, in both humidities. The temperature, humidity and stockpiling period affected the integrity and appearance of the eggs. Those results suggest that the reduction in the population densities registered in the hot periods in tropical areas is influenced strongly by the temperature and humidity, that affect several aspects of the biology of the mosquito negatively. The low survival taxes and time of posture reduction in higher temperature suggest that the females would have smaller probability of distributing their eggs in different nurseries reducing the dispersion of the mosquito.

SUMÁRIO

| | |
|---|------|
| Resumo | vii |
| Abstract | viii |
| 1. Revisão Bibliográfica | 1 |
| 1.1. O Mosquito: <i>Aedes aegypti</i> Linnaeus, 1762 | 1 |
| 1.2. Aspectos reprodutivos de <i>Aedes aegypti</i> | 3 |
| 1.2.1. Fecundidade | 3 |
| 1.2.2. Fertilidade | 4 |
| 1.2.3. Quiescência | 5 |
| 1.3. Fatores abióticos que afetam a reprodução dos mosquitos | 6 |
| 2. Hipóteses | 7 |
| 3. Objetivos | 7 |
| 3.1- Objetivo Geral | 7 |
| 3.2- Objetivos Específicos | 7 |
| 4. Referências Bibliográficas | 8 |
| Capítulo I | |
| 5. Artigo 1: Atividade de oviposição e sobrevivência de <i>Aedes aegypti</i> (Diptera: Culicidae) sob diferentes temperaturas e umidades | 15 |
| Resumo | 16 |
| Introdução | 17 |
| Material e Métodos | 18 |
| Resultados | 20 |
| Discussão | 23 |
| Referências Bibliográficas | 27 |
| Tabela 1. Fecundidade de fêmeas de <i>Aedes aegypti</i> submetidas a variações de temperatura e umidade | 32 |
| Tabela 2. Padrão de postura e taxa de sobrevivência (%) de fêmeas de <i>Aedes aegypti</i> mantidas a diferentes temperaturas e umidades, em laboratório | 33 |

| | |
|---|----|
| Figura 1. Taxa de eclosão dos ovos de fêmeas de <i>Aedes aegypti</i> submetidas a variações de temperatura e umidade. A- fertilidade a 60%ur; B- fertilidade a 80%ur. n- Total de ovos analisados. Barras representam o erro padrão da média de eclosão | 34 |
| Capítulo II | |
| 6. Artigo 2: Sobrevivência de ovos de <i>Aedes aegypti</i> (Diptera: Culicidae) em diferentes temperaturas e umidades | 35 |
| Resumo | 36 |
| Introdução | 37 |
| Material e Métodos | 38 |
| Resultados | 39 |
| Discussão | 41 |
| Referências Bibliográficas | 44 |
| Tabela 1. Aspectos do córion dos ovos de <i>Aedes aegypti</i> armazenados por diferentes períodos sob temperaturas e umidades variadas | 47 |
| Figura 1. Percentual médio de eclosão de ovos quiescentes de <i>Aedes aegypti</i> , mantidos a diferentes temperaturas e umidades, em laboratório | 48 |
| Tabela 2. Taxas diárias de eclosão (Percentual médio±EP) de ovos de <i>Aedes aegypti</i> mantidos em diferentes temperaturas, umidades e tempos de estocagem. | 49 |
| 7. Conclusões | 50 |
| Anexos | |

1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1.1. O Mosquito *Aedes aegypti* Linnaeus, 1762.

Aedes aegypti é um mosquito pertencente à família Culicidae com especial importância para a saúde pública, uma vez que transmite arboviroses que causam doenças ao homem e animais (MILLER & BALLINGER, 1988). É originário da região etiópica e dispersou-se para áreas onde a atividade antrópica favoreceu a sua proliferação. Pode ser encontrado em regiões tropicais e subtropicais, sendo considerado um mosquito cosmopolita (CONSOLI & LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, 1994; EDMAN *et al.*, 1998). Esta espécie foi introduzida no Brasil durante o período colonial, possivelmente através do tráfico de escravos africanos, e atualmente é o principal vetor dos vírus da dengue e febre amarela no país. Em 1934, o Serviço de Combate à Febre Amarela realizou uma ampla campanha para eliminação de *A. aegypti*, o qual foi considerado erradicado em 1958, mas reintroduzido nove anos depois e eliminado em seguida. Porém, um foco em Salvador (1976) iniciou a recolonização do mosquito no Brasil (CHIARAVALLOTI NETO, 1997).

Com a ampla distribuição da espécie pelo mundo, atualmente a dengue é uma das viroses mais importantes para a saúde pública, sendo notificados cerca de 300 mil casos por ano (GUBLER, 2002). Segundo a Fundação Nacional de Saúde – FUNASA, a partir de 1986 a transmissão tem ocorrido na maioria dos estados brasileiros, com grande registro da epidemia nos anos de 1998, 2000 e 2002 (COELHO *et al.*, 2002). Até o mês de setembro de 2004, já haviam sido registrados 84.535 casos da doença no Brasil, dos quais cerca de 33,3% concentraram-se na região Nordeste (BRASIL, 2004).

Um pouco menos expressiva, a febre amarela atinge cerca de 6.000 pessoas no mundo anualmente, das quais pouco mais de 5% dos casos ocorrem na América do Sul (VASCONCELOS, 2003). No Brasil, anualmente são notificados cerca de 18 casos da forma silvestre da doença, principalmente em áreas endêmicas nas regiões Norte e Centro-Oeste (SCHATZMAYR, 2001). No ano de 2004, até o mês de novembro, foram confirmados 5 casos de febre amarela silvestre nos estados do Amazonas e Pará, com 60% de óbitos (BRASIL, 2004).

O mosquito possui o ciclo biológico curto (8-12 dias em regiões tropicais) que compreende as fases de ovo, quatro estádios larvais, pupa e adulto. Com hábito

principalmente diurno, *A. aegypti* apresenta picos de atividade durante o período matutino e vespertino (CONSOLI & LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, 1994), sendo as fêmeas preferencialmente antropofílicas.

Após a hematofagia e maturação dos ovos, as fêmeas de *A. aegypti* selecionam os criadouros onde depositam seus ovos isoladamente sobre substratos úmidos em corpos aquáticos, próximo à lâmina d'água (CLEMENTS, 1999). Esse mosquito tem como locais preferenciais de sítios de postura os depósitos artificiais preenchidos por águas pluviais (latas, pneus, vasos de planta) ou os destinados ao armazenamento de água (cisterna, caixas d'água, tambor, tanque, tonel entre outros) (Figura 1). A variedade de sítios que as fêmeas podem colonizar e a grande disponibilidade desses tipos de criadouros nos centros urbanos favorecem a elevação da densidade populacional e dispersão dos mosquitos (EDMAN *et al.*, 1998) e, conseqüentemente, dos vírus por eles transmitidos (TEIXEIRA *et al.*, 1999).

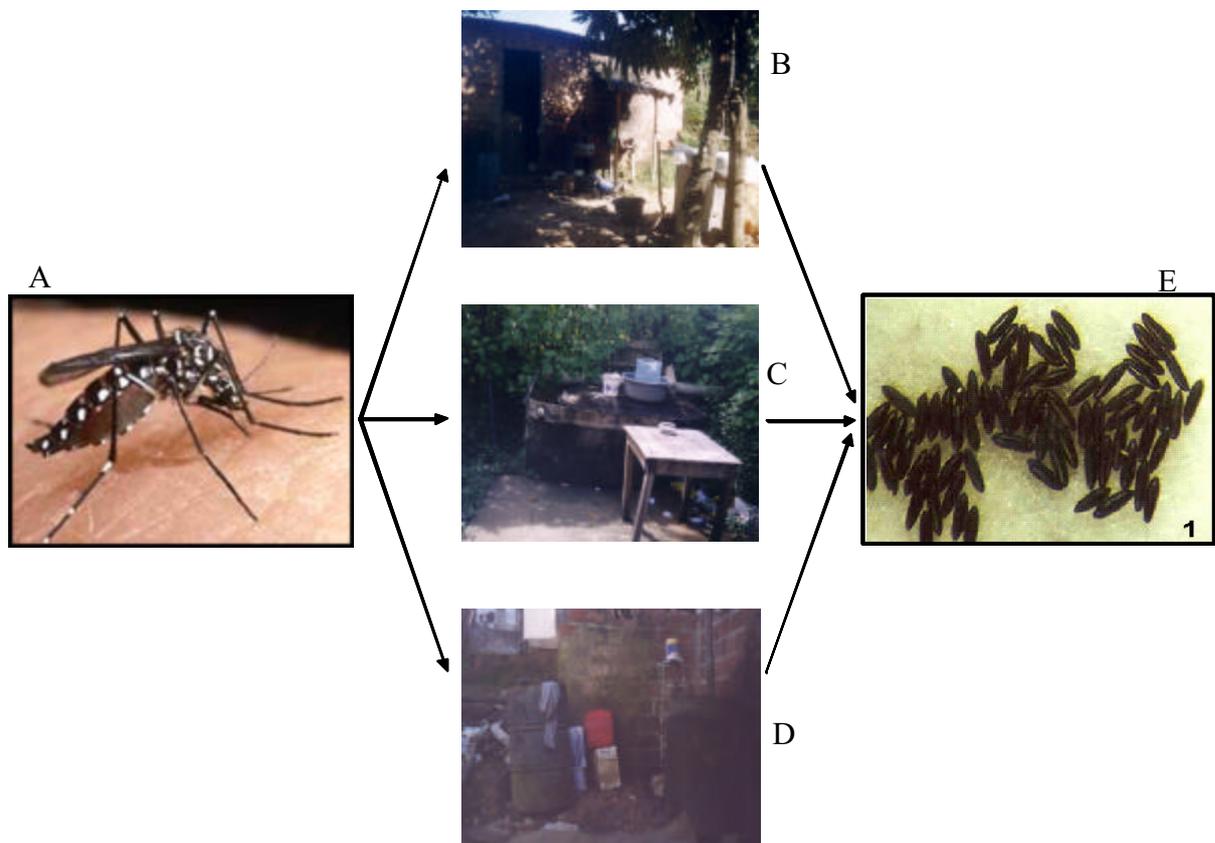


Figura 1. Hematofagia (A), sítios de oviposição de *Aedes aegypti* (B - D), ovos de *Aedes* (E).

1.2. Aspectos reprodutivos de *Aedes aegypti*.

1.2.1. Fecundidade

O termo fecundidade tem sido abordado de diferentes maneiras na literatura. De acordo com LINCOLN *et al.* (1982), a fecundidade estaria relacionada ao número de gametas formados pelas fêmeas. CLEMENTS e BOOCOK (1984) sugeriram que a fecundidade poderia ser estimada através do total de ovos postos pelas fêmeas durante todo o ciclo de vida além daqueles retidos nos ovários. No entanto, SULEMAN (1990) verificou, estatisticamente, em *Anopheles stephensi* que a primeira postura seria um prognóstico da fecundidade das fêmeas. Além disso, LIMA (2000) observou que o número de ovos retidos no ovário de fêmeas de *Culex quinquefasciatus* é insignificante em comparação aos ovipositados. Desse modo, estudos em mosquitos utilizam frequentemente a primeira oviposição como medida da fecundidade, com uma implícita suposição que exista relação direta entre o número inicial e o total da fecundidade.

O potencial reprodutivo das fêmeas de mosquitos é influenciado pela nutrição larval, particularmente, no final do estágio larval, e o subsequente aproveitamento desse potencial depende das condições nutricionais durante a vida adulta (CLEMENTS, 1992). Para isso, as fêmeas necessitam realizar o repasto sanguíneo que resulta na maturação dos ovos, finalizando com a oviposição. O período que se inicia com a procura e realização da hematofagia até a realização da postura é denominado ciclo gonotrófico (FORATTINI, 1996). Em algumas espécies de mosquito pode ocorrer mais de um repasto por oviposição, ou mais de uma postura após uma única alimentação sanguínea (ANDREADIS & HALL, 1980; KLOWDEN & LEA, 1980; CONSOLI *et al.*, 1983). ALMEIDA (2003), analisando fêmeas de *A. aegypti* separadas individualmente e mantidas em condições laboratoriais, mostrou que estas apresentaram cerca de 5 ciclos gonotróficos com uma média de 79 ovos/ciclo, perfazendo uma média total de 225 ovos postos por fêmea ao longo da vida. Em outros estudos com a mesma espécie de mosquito, o número médio de ovos postos variou de 32 (CANYON *et al.*, 1999) a 90 ovos (BRIEGEL, 1990), levando a hipótese de que indivíduos de diferentes áreas geográficas podem apresentar adaptações fisiológicas às condições ambientais das regiões de origem resultando em variações em alguns aspectos reprodutivos (SOTA & MOGI, 1992a, b; MOGI *et al.*, 1996).

Considerando que a fecundidade está relacionada à hematofagia, essa pode contribuir para a estimativa da capacidade vetorial, através da avaliação do índice de picada, e conseqüentemente, da veiculação do agente etiológico que tem mosquitos como transmissores (CANYON *et al.*, 1999).

1.2.2. Fertilidade

No momento da oviposição, o córion é altamente permeável à água tornando os ovos vulneráveis às variações de umidade e temperatura do ambiente. Esses ovos absorvem água resultando em aumento de peso e tamanho, reduzindo a permeabilidade de acordo com a esclerotização e tornam-se resistentes à perda e absorção de água após o total escurecimento do córion (CLEMENTS, 1992). A eclosão das larvas acontece normalmente após a conclusão do desenvolvimento embrionário, período de até 48 horas após a oviposição, com pequeno ou quase nenhum atraso, sendo estimulada pela baixa concentração de oxigênio dissolvido na água (CLEMENTS, 1992).

A taxa de eclosão em mosquitos pode ser afetada por fatores bióticos e abióticos. Dentre os aspectos biológicos que podem interferir na eclosão, está a alta densidade de larvas no ambiente aquático em que os ovos foram ovipositados. Situações de laboratório (LIVDAHL *et al.*, 1984; EDGERLY *et al.*, 1993) e campo (LIVDAHL & EDGERLY, 1987) mostraram que altas densidades de larvas nos últimos estádios de desenvolvimento inibem a eclosão de várias espécies de *Aedes* (LIVDAHL & WILLEY, 1991). Porém, segundo KOENEKOOP e LIVDAHL (1986), esse mecanismo favoreceria a sobrevivência de larvas recém eclodidas devido à menor competição com larvas em final de desenvolvimento. Além disso, a probabilidade de canibalismo seria mais reduzida.

Outro fator estimulante à eclosão em *Aedes* foi verificado por ROBERTS (2001), que mostrou que ovos de *A. caspius* e *A. vittatus* colocados em água, a qual é agitada diariamente, as larvas eclodem significativamente mais que aqueles mantidos em água parada.

1.2.3. Quiescência

Várias espécies de *Aedes* apresentam resposta fisiológica de redução no metabolismo e desenvolvimento do ovo em resposta às condições ambientais adversas, fenômeno denominado de quiescência (CONSOLI & LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, 1994). A duração desse período é influenciada pelas variações de temperatura e origem da linhagem (HANSON & CRAIG, 1994), além da resistência à dessecação (CONSOLI & LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, 1994; SILVA & SILVA, 1999). Quando ovos quiescentes e embrionados são submergidos na água com baixo teor de oxigênio, o desenvolvimento é estimulado ocorrendo a eclosão. Essa eclosão não é uma resposta uniforme e algumas vezes requer sucessivos ciclos de submersão-secagem antes do surgimento da larva.

A característica de quiescência apresenta importantes implicações na dispersão de mosquitos e, conseqüentemente, dos agentes etiológicos por eles veiculados (WOODRING *et al.*, 1998; BICOUT *et al.*, 2002), além de possibilitar a ressurgência do transmissor em áreas tratadas (CARDOSO Jr *et al.*, 1997). A disseminação passiva de *A. aegypti* de sua região de origem africana para outras partes do mundo tem sido atribuída em grande parte à capacidade de resistência à dessecação dos ovos dessa espécie (CONSOLI & LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, 1994).

Um dos aspectos mais importantes da quiescência é a possibilidade da ocorrência de várias gerações do mosquito produzidas de acordo com dessecações e inundações dos sítios de oviposição. Desse modo, grandes populações de mosquito podem surgir quando as condições climáticas forem favoráveis. A abundância de criadouros potenciais existentes a céu aberto, que nos períodos secos não trará problemas, após o período chuvoso significará a reinfestação do mosquito. Neste sentido, a quiescência será particularmente importante do ponto de vista da saúde pública, uma vez que os ovos podem conter o vírus transmitido através de fêmeas infectadas, evento chamado de transmissão transovariana (CONSOLI & LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, 1994).

Considerando a importância da quiescência dos ovos de *A. aegypti* no repovoamento de áreas tratadas e na dispersão do vírus da dengue, estudos relacionados a este fenômeno se revestem de fundamental importância especialmente quando envolve populações de campo as quais refletem a situação real desta espécie na região estudada.

1.3. Fatores abióticos que afetam a reprodução dos mosquitos.

Alterações no ciclo reprodutivo em decorrência de condições ambientais desfavoráveis têm sido descritas em várias espécies de mosquito. (REEVES *et al.*, 1994; MOGI *et al.*, 1996; CANYON *et al.*, 1999; ODA *et al.*, 1999; ALTO & JULIANO, 2001; GLASSER & GOMES, 2002; MICLELE & CAMPOS, 2003). Em *A. aegypti*, baixas umidades têm ocasionado uma redução significativa na oviposição das fêmeas (CANYON *et al.*, 1999). Este fenômeno foi comparado à dissociação gonotrófica observada em *Anopheles gambiae* em resposta a variações ambientais desfavoráveis (OMER & CLOUDSLEY-THOMPSON, 1970), tendo sido associado com o redirecionamento dos nutrientes para a manutenção corporal (NAYAR & SAUERMAN, 1975). A temperatura pode afetar a fertilidade de fêmeas de mosquitos, principalmente em espécies de regiões temperadas (CLEMENTS, 1992). Isto se deve ao fato que estas espécies necessitam da elevação da temperatura, além da imersão dos ovos, para que haja uma melhor resposta a esse estímulo (RAMSEY *et al.*, 1988).

A grande variação de temperatura e umidade que ocorre entre países tropicais e subtropicais leva à hipótese de que populações de uma mesma espécie, porém de regiões distintas, possam apresentar variações na capacidade reprodutiva (SOTA & MOGI, 1992a, b; MOGI *et al.*, 1996).

Em geral, mosquitos são sensíveis a regimes de temperatura e umidade variados, e freqüentemente, espécies tropicais e temperadas mostram grandes variações sazonais na abundância populacional no ambiente (SAMWAYS, 1995). Populações de campo de *A. aegypti* mostraram padrões sazonais na atividade de oviposição de acordo com as condições ambientais em regiões subtropicais (VEZZANI *et al.*, 2004). Em condições experimentais controladas, espécies de *Aedes* mostraram que indivíduos submetidos a diferentes temperaturas podem ser afetados na fecundidade, longevidade e atividade hematofágica (JOSHI, 1996; CALADO & NAVARRO-SILVA, 2002; LÖWENBERG NETO & NAVARRO-SILVA, 2004).

Mudanças nos processos de reprodução apresentam interesse especial para a epidemiologia, uma vez que estão relacionados com a freqüência de picadas no hospedeiro. Desse modo, fatores que afetem esses parâmetros influenciam também a capacidade vetorial e a transmissão de doenças, merecendo estudos mais aprofundados.

2. HIPÓTESES

Fatores ambientais como temperatura e umidade influenciam a densidade populacional de *A. aegypti*. Portanto, espera-se que aspectos relacionados com o tamanho da população, como fecundidade, fertilidade e quiescência dos ovos sejam afetadas pela temperatura e umidade.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo Geral

Avaliar o efeito de fatores abióticos, como temperatura e umidade, sobre aspectos reprodutivos e quiescência dos ovos de *A. aegypti*.

3.2. Objetivos Específicos

- a) Determinar o efeito da temperatura sobre a fecundidade e fertilidade das fêmeas de *A. aegypti*.
- b) Avaliar o efeito da umidade sobre a postura e a eclosão das larvas de *A. aegypti*.
- c) Relacionar o período de quiescência sob diferentes condições de temperatura e umidade.
- d) Verificar o efeito da temperatura e umidade sobre a proporção sexual dos mosquitos.

4- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, E. A. P. **Padrão de oviposição e ciclos gonotróficos de *Aedes aegypti* Linnaeus, 1762 e *Aedes albopictus* Skuse, 1894 (Diptera: Culicidae) em laboratório.** 2003. 37 f. Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas). Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- ALTO, B.W.; JULIANO, S.A. Precipitation and temperature effects on populations of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae): implications for range expansion. **Journal of Medical Entomology**, v. 38, p. 646-656. 2001.
- ANDREADIS, T. G.; HALL, D. W. Relationship between physiological age and fecundity in *Culex salinarius* (Diptera: Culicidae). **Canadian Entomology**, v. 112, p. 1249-1252. 1980.
- BICOUT, D. J.; CHALVET-MONFRAY, K.; SABATIER, P. Infection persistence time of *Aedes* breeding habitats. **Physia A**, v. 305, p. 597-603. 2002.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Dengue – Boletim da semana 37 / 2004.** Brasília: SVS, 2004. 9 p.
- BRIEGEL, H. Metabolic relationship between female body size, reserves, and fecundity of *Aedes aegypti*. **Journal of Insect Physiology**, v. 36, p. 165-172. 1990.
- 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, p. 93-98. 2002.
- CANYON, D. V.; HIL, J. L. K.; MÜLLER, R. Adaptation of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) oviposition behavior in response to humidity and diet. **Journal of Insect Physiology**, v. 45, p. 959-964. 1999
- CARDOSO Jr, R.P.; SCANDAR, S.A.S.; MELLO, N.V.; ERNANDES, S.; BOTTI, M.V.; NASCIMENTO, E.M.M. Detecção de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* na zona urbana do município de Catanduva-SP, após controle de epidemia de dengue. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**. v. 30, p. 37-40. 1997.

- CHIARAVALLOTI NETO, F. Descrição da colonização de *Aedes aegypti* na região de São José do Rio Preto, São Paulo. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 30, p. 279-285. 1997.
- CLEMENTS, A. N. **The biology of mosquitoes**, Vol. I. London: Chapman & Hall. 1992. 509 p.
- CLEMENTS, A. N. **The biology of mosquitoes**, Vol. II. London: Chapman & Hall. 1999. 740 p.
- CLEMENTS, A. N.; BOOCOOCK, M. R. Ovarian development in mosquitoes: stages of growth and arrest, and follicular resorption. **Physiological Entomology**, v. 9, p. 1-8. 1984.
- COELHO, G. E.; MURICY, C. L.; TIMBÓ, M. J. M.; ROLIM, M. L. M.; MOREIRA, L. A.; SABOTÁ, E. M. P.; GARRET, D.; CDC Foundation. Fatores de risco para desenvolvimento de febre hemorrágica do dengue durante um surto de dengue em Fortaleza, Ceará, 2001. **Boletim Eletrônico Epidemiológico - FUNASA**, v. 1, ano 2, p. 1-3. 2002.
- CONSOLI, R. A. G. B.; LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, R. **Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil**. Rio de Janeiro: Fiocruz. 1994. 228p.
- CONSOLI, R. A. G. B.; WILLIAMS, P.; MORENO, E. C.; SANTOS, B. S. Features of reproduction in laboratory reared *Aedes fluviatilis* (lutz) (Diptera: Culicidae). **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 78, p. 37-47. 1983.
- EDGERLY, J. S.; WILLEY, M.; LIVDAHL, T. The community ecology of *Aedes* egg hatching: implications for a mosquito invasion. **Ecological Entomology**, v. 18, p. 123-128. 1993.
- EDMAN, J. D.; SCOTT, T. W.; COSTERO, A.; MORRISON, A. C.; HARRINGTON, L. C.; CLARK, G. C. *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) movement influenced by availability of oviposition sites. **Journal of Medical Entomology**, v. 35, p. 578-583. 1998.
- FORATTINI, O. P. **Culicidologia Médica**, Vol. I. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo. 1996. 548 p.
- 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**, v. 36, p. 166-172. 2002.

- GUBLER, D. J. Epidemic dengue/ dengue hemorrhagic fever as a public health, social and economic problem in the 21st century. **Trends in Microbiology**, v. 10, p. 100-103. 2002.
- HANSON, S. M.; CRAIG, G. B. Jr. Cold acclimation, diapause, and geographic origin affect cold hardiness in eggs of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae). **Journal of Medical Entomology**, v. 31, p. 192-201. 1994.
- 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.
- KLOWDEN, M. J.; LEA, A. O. "Physiologically old" mosquitoes are not necessarily old physiologically. **American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**. v. 29, p. 1460-1464. 1980.
- KOENEKOOP, R.; LIVDAHL, T. Cannibalism among *Aedes triseriatus* larvae. **Ecological Entomology**, v. 11, p. 111-114. 1986.
- LIMA, C. A. **Efeito da infecção com *Wuchereria bancrofti* (Cobbold, 1877) (Nematoda: Onchocercidae) sobre a capacidade reprodutiva de *Culex quinquefasciatus* (Say, 1823) (Diptera: Culicidae)**. 2000. 47 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal). Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- LINCOLN, R. J.; BAXSHALL, G. A.; CLARK, P. F. **A dictionary of ecology, evolution and systematic**. Cambridge University Press, Cambridge, London and New York. 1982.
- LIVDAHL, T.; KOENEKOOP, R.; FUTTERWEIT, S. The complex response of *Aedes* eggs to larval density. **Ecological Entomology**, v. 9, p. 437-442. 1984.
- LIVDAHL, T.; EDGERLY, J. Hatching inhibition: field evidence for population regulation in a treehole mosquito. **Ecological Entomology**, v. 12, p.395-399. 1987.
- LIVDAHL, T.; WILLEY, M. Prospects for an invasion: competition between *Aedes albopictus* and native *A. triseriatus* . **Science**, v. 253, p. 198-191. 1991.
- LOWËNBERG NETO, P.; NAVARRO-SILVA, M. A. Development, longevity, gonotrophic cycle and oviposition of *Aedes albopictus* Skuse (Diptera: Culicidae) under cyclic temperatures. **Neotropical Entomology**, v. 33, p. 29-33. 2004.

- MICIELI, M. V.; CAMPOS, R. E. Oviposition activity and seasonal pattern of a population of *Aedes (Stegomyia) aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae) in Subtropical Argentina. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 98, p. 659-663. 2003.
- 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 and Hygiene**, v. 82, p. 476-477. 1988.
- MOGI, M.; MIYAGI, I.; ABADI, K.; SYAFRUDDIN. Inter- and intraspecific variation in resistance to desiccation by adult *Aedes (Stegomyia)* spp. (Diptera: Culicidae) from Indonesia. **Journal of Medical Entomology**. v. 33, p. 53-57. 1996.
- NAYAR, J. K.; SAUERMAN, D. M. The effects of nutrition on survival and fecundity in Florida mosquitoes. Part 2. Utilization of blood meal for survival. **Journal of Medical Entomology**, v. 12, p. 99-103. 1975
- ODA, T.; UCHIDA, K.; MORI, A.; MINE, M.; ESHITA, Y.; KUROKAWA, K.; KATO, K.; 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.
- OMER, S. M.; CLOUDSLEY-THOMPSON, J. L. Survival of female *Anopheles gambiae* Giles through a 9-month dry season in Sudan. **Bulletin of the World Health Organization**, v. 42, p. 319-330. 1970.
- RAMSEY, J. M.; SALINAS, E.; LOPEZ, J. R.; DEL ANGEL-CABAÑAS, G.; MARTINEZ, L.; BOWN, D. N. Laboratory oviposition, fecundity and egg hatching ability of colonized *Anopheles albimanus* from Southwestern Mexico. **Journal of the American Mosquito Control Association**, v. 4, p. 509-515. 1988.
- REEVES, W. C.; HARDY, J. L.; REISEN, W. K.; MILBY, M. M. Potential effect of global warming on mosquito-borne arboviruses. **Journal of Medical Entomology**, v. 31, p. 323-332. 1994.
- ROBERTS, D. M. Egg hatching of mosquitoes *Aedes caspius* and *Ae. vittatus* stimulated by water vibrations. **Medical and Veterinary Entomology**, v. 15, p. 215-218. 2001.

- SAMWAYS, M. J. **Insect Conservation Biology**. Chapman & Hall. London. 1995. 358 p.
- SCHATZMAYR, H. G. Viroses emergentes e reemergentes. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 17, p. 209-213. 2001.
- SILVA, H. H. G.; SILVA, I. G. Influência do período de quiescência sobre o ciclo de vida de *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) (Diptera, Culicidae) em condições de laboratório. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 32, p. 349-355. 1999.
- SOTA, T.; MOGI, M. Survival time and resistance to desiccation of diapause and non-diapause eggs of temperate *Aedes (Stegomyia)* mosquitoes. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 63, p. 155-161. 1992a.
- SOTA, T.; MOGI, M. Interspecific variation in desiccation survival time of *Aedes (Stegomyia)* mosquito eggs is correlated with habitat and egg size. **Oecologia**. v. 90, p. 353-358. 1992b.
- SULEMAN, M. Intraspecific variation in the reproductive capacity of *Anopheles stephensi* (Diptera: Culicidae). **Journal of Medical Entomology**, v. 27, p. 819-828. 1990.
- TEIXEIRA, M. G.; BARRETO, M. L.; GUERRA, Z. Epidemiologia e medidas de prevenção do dengue. **Informe Epidemiológico do SUS**, v. 8, p. 5-33. 1999.
- VASCONCELOS, P. F. C. Febre amarela. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 36, p. 275-293. 2003.
- VEZZANI, D.; VELÁSQUEZ, S. M.; SCHWEIGMANN, N. Seasonal pattern of abundance of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) in Buenos Aires City, Argentina. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 99, p. 351-356. 2004.
- WOODRING, J.; CHANDLER, L. J.; ORAY, C. T.; MCGAW, M. M.; BLAIR, C. D.; BEATY, B. J. Diapause, transovarial transmission, and filial infection rates in geographic strains of La Crosse Virus-Infected *Aedes triseriatus*. **American Journal Tropical Medicine and Hygiene**, v. 58 (5), p.587-588. 1998.

Os resultados obtidos neste trabalho estão descritos em dois artigos científicos que serão enviados para os periódicos **Medical and Veterinary Entomology** (Artigo 1) e **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz** (Artigo 2). Segue em anexo as regras para submissão às revistas (Anexos).

CAPÍTULO 1

**ATIVIDADE DE OVIPOSIÇÃO E SOBREVIVÊNCIA DE *Aedes aegypti*
(DIPTERA: CULICIDAE) SOB DIFERENTES TEMPERATURAS E UMIDADES**

Oviposition activity and survival of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) under different
temperature and humidity

Ethiene A. P. Almeida & Cleide M. R. Albuquerque[†]

Mestrado em Biologia Animal, Departamento de Zoologia – Centro de Ciências
Biológicas, Universidade Federal de Pernambuco. Avenida Moraes Rego, 1235, CEP:
50670-420. Cidade Universitária, Recife, PE, Brasil.

[†]Endereço para correspondência:

Cleide M. R. Albuquerque.

Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Ciências Biológicas, Departamento de
Zoologia. Av. Moraes Rego, 1235, CEP: 50670-420. Cidade Universitária, Recife, PE,
Brasil. E-mail: cleide@ufpe.br

RESUMO

Epidemias de dengue têm sido coincidentes com a ocorrência de chuvas e aumento da temperatura, que em regiões tropicais varia em média de 23° e 35°C. Neste trabalho investigou-se a sobrevivência, fecundidade das fêmeas e taxa de eclosão das larvas de *A. aegypti* a 25°, 30° e 35°C associados a umidades de 60% e 80%. Os resultados indicaram redução na fecundidade com o aumento da temperatura. A intensidade desse efeito foi dependente da umidade, com as menores taxas registradas a 35°C e 60%ur, e as maiores foram obtidas a 25°C e 80%ur. Na temperatura mais amena (25°C) a sobrevivência e o período de postura prolongaram-se por até 6 e 3 dias respectivamente, comparados aos indivíduos submetidos a 35°C. Reduções gradativas na fertilidade de ovos submetidos a 60%ur foram observadas com o aumento da temperatura. A 80% de umidade, a taxa de eclosão foi significativamente menor quando associada a 35°C, comparada às demais condições experimentais. Esses resultados sugerem que a redução nas densidades populacionais registradas nos períodos quentes em regiões tropicais é fortemente influenciada pela temperatura e umidade, que afetam negativamente diversos aspectos da biologia do mosquito. As baixas taxas de sobrevivência e a redução do tempo de postura em temperatura mais alta sugerem que as fêmeas teriam menor probabilidade de distribuir seus ovos em diferentes criadouros, reduzindo, assim, a dispersão do mosquito, nas estações quentes.

Palavras-chave: *Aedes aegypti*, fecundidade, fertilidade, sobrevivência, temperatura, umidade.

INTRODUÇÃO

A dengue é atualmente uma das doenças mais importantes para a saúde pública, infectando cerca de 50 a 100 milhões de pessoas por ano, em mais de 100 países, em quase todos os continentes, exceto a Europa (Morales *et al.*, 2004). No Brasil, dados da Secretaria de Vigilância em Saúde (SVS) indicam uma redução de 78% no número de casos de dengue em 2004 comparados a 2003, quando foram notificados 299.764 casos. Apesar disso, o número de ocorrências continua alto, e somente no primeiro semestre desse ano 65.114 casos foram informados, com 46 registros de dengue hemorrágica (Brasil, 2004). Esta arbovirose tem como vetor principal o mosquito *Aedes aegypti* Linnaeus, 1762, originário da região etíópica, de onde se espalhou para outras partes do mundo, podendo ser encontrado em regiões tropicais e subtropicais (Consoli & Lourenço-de-Oliveira, 1994; Edman *et al.*, 1998).

A ampla distribuição geográfica de *A. aegypti* indica que esta espécie possui uma grande plasticidade adaptativa, levando à hipótese de que populações de diferentes áreas possam apresentar variações biológicas, adequando-os à sobrevivência em condições ambientais diversificadas. Vários estudos têm demonstrado que diferenças regionais dos fatores abióticos, como temperatura, precipitação e umidade podem influenciar a densidade populacional dos mosquitos (Chadee, 1991; 1992; Kalra *et al.*, 1997; Teng & Apperson, 2000; Alto & Juliano, 2001; Miciele & Campos, 2003; Vezzani *et al.*, 2004) e, como consequência, a ocorrência de epidemias de dengue (Moore *et al.*, 1978). No Brasil, tem-se assumido que a dengue está relacionada com a variação sazonal, onde a maioria dos casos

ocorre durante a estação chuvosa (Brasil, 2004), apesar de alguns picos de dengue terem sido observados em estações secas em Roraima (Rosa-Freitas *et al.*, 2003).

Desse modo, estudos mais detalhados sobre o efeito de fatores abióticos na reprodução de linhagens locais de *A. aegypti* podem resultar em práticas regionais mais estratégicas, para aprimorar os programas de controle do vetor nas áreas estudadas. Isto é particularmente importante, uma vez que ainda não existem vacinas ou drogas capazes de evitar a doença. Assim, o controle do vetor continua sendo a medida mais usual de minimizar a transmissão de dengue. Nesse trabalho, a fecundidade, fertilidade, padrão de oviposição e sobrevivência de fêmeas de *A. aegypti*, provenientes de colônia de laboratório formada originalmente de ovos coletados em campo na cidade de Recife, foram analisadas sob diferentes condições de temperatura e umidade. Os resultados ampliam o conhecimento da biologia da população local de *A. aegypti*, oferecendo subsídios para maior eficácia das atividades de controle deste mosquito na região.

MATERIAL E MÉTODOS

Colônia de Mosquitos. Fêmeas da colônia de *A. aegypti*, formada a partir de ovos coletados em uma área urbana de Recife (08°00'00'' S e 34°56'0'' W) através de ovitrampas, no ano de 2002, foram usadas como material biológico neste estudo. Para manutenção da colônia, as larvas foram criadas em recipientes plásticos com água potável e alimentadas com ração para gato macerada (Whiskas®; 0,04 mg/larva), em condições laboratoriais (27°C ± 2°C, 70 ± 5% de umidade relativa e fotoperíodo de 12:12 h). Os adultos foram mantidos em gaiolas e receberam alimentação à base de sucrose a 10%, além

do repasto sangüíneo, em camundongos, oferecido às fêmeas para o desenvolvimento dos ovos.

Efeito da temperatura e umidade sobre fecundidade e sobrevivência. A estimativa de fecundidade foi baseada no número de ovos postos pelas fêmeas no primeiro ciclo gonotrófico, o qual segundo Suleman (1990) seria um prognóstico da fecundidade total. Grupos de 100 a 150 fêmeas foram separadas aleatória e individualmente, logo após o repasto sanguíneo, em recipientes plásticos (300 ml vol.), sendo mantidas em ambientes cujas temperaturas variavam de: 23-27°C (média de 25°C); 28-32°C (média de 30°C) e 33-37°C (média de 35°C). Para cada faixa de temperatura, foram testados grupos combinados com as seguintes umidades relativas: 60±8% e 80±6%, perfazendo um total de 6 grupos experimentais. Como substrato de oviposição, um suporte de papel de filtro (9 cm de diâmetro) embebido em água foi colocado nos recipientes. Diariamente, os substratos e recipientes que continham os ovos foram retirados e postos para secar por sete dias, nas mesmas condições experimentais do seu grupo. Após esse período, foram analisados sob microscópio estereoscópico (x10) para contagem e registro do número de ovos postos. A sobrevivência das fêmeas foi estimada a partir do número de indivíduos vivos em cada grupo, a partir de observações diárias.

Influência da variação da temperatura e umidade sobre a taxa de eclosão dos ovos. A fertilidade dos ovos mantidos nas condições experimentais descritas acima foi estudada em amostras aleatórias retiradas de cada um dos seis grupos, após a contagem dos ovos para a determinação da fecundidade. Os ovos foram postos em bandejas plásticas com água potável (2 litros) para eclosão das larvas, as quais foram contadas e alimentadas com ração para gatos (Whiskas®; 0.04 mg/larva). Após a pupação, os indivíduos foram coletados, postos em recipientes plásticos, e colocados em gaiolas de criação

(confeccionadas com armação de alumínio e tela) para a emergência dos adultos. Estes foram analisados para a realização da sexagem.

Análises Estatísticas. As análises estatísticas foram realizadas através do software BioEstat 3.0 para Windows. Os dados foram analisados quanto a sua normalidade utilizando o teste de Kolmogorov-Smirnov. Os valores representados por porcentagens, foram previamente transformados pela raiz quadrada do percentual dividido por 100. A influência da temperatura e umidade sobre os aspectos fisiológicos analisados neste trabalho foi estimada pelo teste de Análise de Variância (ANOVA two-way, teste Tukey) e Regressão Linear Simples. A influência dos fatores abióticos sobre a média de ovos postos por fêmeas de *A. aegypti* foi estimada utilizando-se o Teste *t* Student.

RESULTADOS

Fecundidade e Sobrevivência. O efeito da temperatura e umidade sobre a fecundidade no primeiro ciclo gonotrófico de fêmeas de *A. aegypti* foi investigado em 678 indivíduos. Ambos, temperatura e umidade, influenciaram na quantidade de ovos postos e no número de fêmeas que realizaram postura (Tabela 1). Uma tendência à redução na fecundidade foi observada com a elevação da temperatura; no entanto, a intensidade desse efeito foi influenciada pelas condições de umidade. As menores taxas de postura (média de 54,5 ovos) foram registradas no grupo de fêmeas mantidas na temperatura mais alta (35°C) e baixa umidade (60%). Ao contrário, as maiores taxas (média de 99 ovos) foram obtidas na temperatura mais baixa (25°C) e umidade mais elevada (80%) (Tabela 1).

Reduções significativas na postura foram verificadas à medida que a temperatura aumentou ($F= 25,8198$, $gl= 243$, $p<0,01$), quando a umidade foi mantida a 80%. Nessa

condição de umidade, o número médio de ovos postos por fêmeas submetidas a 25°C foi de 99 ovos, enquanto a 30°C foi de 76 ovos, representando uma redução de cerca de 23,5%. Essa diminuição foi mais evidente (aproximadamente 40%) quando a temperatura básica (25°C) aumentou em 10°C (Tabela 1). O efeito da temperatura sobre a produção de ovos foi menos evidente em fêmeas mantidas na umidade mais baixa (60%). Nesta condição de umidade, uma redução significativa foi registrada apenas no grupo avaliado a 35°C, quando comparado às demais temperaturas testadas ($F= 170,418$, $gl= 265$, $p< 0,01$). Embora, em média, fêmeas mantidas a 30°C ponham menos ovos que a 25°C (Tabela 1), as diferenças entre os grupos não foram estatisticamente significantes.

As variações na temperatura e umidade também afetaram o número de fêmeas que realizaram postura, particularmente nas temperaturas mais elevadas e umidade mais baixa. Em média, apenas 11% (113/102) das fêmeas mantidas a 25°C não ovipositaram após a alimentação. Um número duas vezes maior de fêmeas teve a fecundidade suprimida quando mantidas a 30°C, em ambas umidades (60%= 149/111; 80%= 100/75). Ao contrário, quando submetidas a 35°C o índice de indivíduos que não ovipositaram foi de 45% nos experimentos a 60% de umidade (100/55), sendo 1,6 vezes maior que fêmeas mantidas a 80% de umidade (110/79).

Nas temperaturas de 25° e 30°C, cerca de 44% das fêmeas realizaram posturas com mais de 100 ovos. Na temperatura mais elevada (35°C), esse número foi reduzido para 14,5% e 7,6% nas umidades de 60% e 80%, respectivamente (Tabela 1).

O padrão de postura das fêmeas verificado em dias foi influenciado pelo período de sobrevivência, o qual foi negativamente afetado pela temperatura (60%ur, $F= 785,93$, $gl= 333$, $p<0,01$; 80%ur, $F= 777,89$, $gl= 273$, $p<0,01$), mas não sofreram influência acentuada da umidade.

O período de vida e o número de fêmeas sobreviventes variaram nas diferentes condições analisadas. Os indivíduos mantidos a 35°C após a alimentação sobreviveram no máximo por 5 dias, aumentando em média dois dias quando os mesmos foram criados a 30°C, prolongando-se por até 11, se mantidos a 25°C, com forte dependência da umidade nesta última condição (Tabela 2). O número de fêmeas que sobreviveram o tempo máximo em cada grupo reduziu significativamente com a elevação da temperatura ($R^2= 18,60\%$, $b=-0,0649$, $gl= 87$, $p< 0,01$), a partir do quinto dia de vida.

O efeito da umidade sobre o tempo de vida foi menos evidente ($F= 0,1515$, $gl= 1$, $p= 0,7000$), onde foi observada uma tendência ao favorecimento da sobrevivência das fêmeas a 25° e 35°C quando submetidas à umidade mais alta, e o inverso nos grupos mantidos a 30°C (Tabela 2).

O maior período de postura foi encontrado em fêmeas mantidas a 25°C, independente da umidade. Nesta faixa de temperatura, registrou-se a deposição de ovos ao longo de 5 dias, com uma média de $52,9\pm 6,19$ e $75,01\pm 8,12$ ovos/fêmea/dia a 60% e 80% de umidade, respectivamente. As fêmeas mantidas a 30°C e 60% de umidade apresentaram o padrão de postura de até três dias, havendo concentração da postura no primeiro dia decrescendo até o terceiro, onde apenas duas fêmeas ovipositaram. A 30°C e 80% de umidade as duas primeiras posturas foram semelhantes ao padrão encontrado em indivíduos submetidos a 60%. Porém, o terceiro dia, onde apenas três fêmeas ovipositaram, apresentou uma média de ovos de $117,67\pm 10,04$, cerca de duas vezes maior que a média apresentada na umidade mais baixa. O menor período (2 dias) foi registrado na temperatura de 35°C, onde 99% das fêmeas depositaram seus ovos de uma única vez, três dias após o repasto sanguíneo. Apenas uma fêmea, em cada uma das condições experimentais desse grupo, ovipositou por dois dias consecutivos, embora cerca de 21% e 12% dos indivíduos

mantidos a 80% e 60% de umidade, respectivamente, ainda estivessem vivos nesse período (Tabela 2).

Fertilidade. A taxa de eclosão das larvas provenientes dos ovos postos pelas fêmeas mantidas nas diferentes condições de temperatura e umidade, usadas neste estudo, está representada na Figura 2. O percentual de larvas obtidas de ovos mantidos a 60% de umidade reduziu gradativamente com o aumento da temperatura (Figura 2A). Nesta condição de umidade, ovos postos a 25°C (2.542 larvas/ 4.050 ovos) originaram cerca de 10% e 20% mais larvas que oviposições realizadas a 30°C (4.324 larvas/ 7.375 ovos) e 35°C (513 larvas/ 1.201 ovos), respectivamente.

A viabilidade dos ovos submetidos a condição de umidade mais alta (80%) pouco variou quando mantidos a 25° e 30°C apresentando percentuais médios de 58,88±4,87 e 70,67±5,56 (Figura 2B), porém a redução foi significativa quando a temperatura foi mantida a 35°C (43,08±5,89) (F= 51,002, gl= 35, p<0,05).

Independente da umidade, ovos mantidos a 25°C por uma semana produziram aproximadamente duas vezes mais machos que fêmeas (60%: 1079/599; 80%: 453/257). O efeito da temperatura e umidade nos demais grupos foi menos conclusivo. A 60% de umidade, ovos mantidos a 30° e 35°C originaram as proporções fêmea:macho de 1:1,7 e 1:1,1, respectivamente. Proporções inversas foram registradas nos ovos mantidos a 80% de umidade nessas temperaturas (fêmea:macho: 30°C-1:1,1; 35°C- 1:2).

DISCUSSÃO

A dinâmica populacional dos mosquitos tem se mostrado fortemente influenciada pelas variações de temperatura e umidade no ambiente (Mogi *et al.*, 1996; Alto & Juliano,

2001; Glasser & Gomes, 2002; Miciele & Campos, 2003). Reduções populacionais decorrentes de altas taxas de mortalidade de adultos e diminuição na postura têm sido freqüentemente associadas a alterações de temperatura (Reeves *et al.*, 1994; Mogi *et al.*, 1996; Oda *et al.*, 1999; Alto & Juliano, 2001) e umidade (Canyon *et al.*, 1999). Os resultados deste trabalho corroboram os dados da literatura e indicam que os referidos fatores abióticos influenciam outros aspectos importantes na determinação da densidade de mosquitos em uma área, como o padrão diário de postura, a taxa de eclosão e a proporção sexual.

Em geral, estudos que visam conhecer o efeito da temperatura sobre a população de mosquitos investigam variações entre 20° e 30°C (Joshi, 1996; Alto & Juliano, 2001; Löwenberg Neto & Navarro-Silva, 2004). No entanto, em regiões tropicais onde *A. aegypti* é vetor dos agentes etiológicos da dengue e febre amarela, as temperaturas médias são elevadas, podendo atingir níveis acima de 35°C. Nesse estudo, reduções gradativas na quantidade de ovos postos foram registradas com a elevação da temperatura (25°, 30° e 35°C). A produção de ovos foi também dependente da umidade com as maiores taxas de oviposição ocorrendo na temperatura mais baixa (25°C) e umidade mais elevada (80%). O inverso foi observado a 35°C e 60% quando o número de ovos postos foi severamente reduzido. A sobrevivência dos adultos e a eclosão dos ovos foram outros aspectos que sofreram reduções com a elevação da temperatura e baixa na umidade. Esses resultados sugerem que a redução na densidade populacional de *A. aegypti* nos períodos mais secos e quentes do ano é consequência do efeito conjunto da alta temperatura e baixa umidade sobre vários aspectos da vida do mosquito. Em *A. krombeini*, a fecundidade e a longevidade das fêmeas foram drasticamente reduzidas entre 30° e 33,5°C, comparadas aos indivíduos mantidos a 26°C (Joshi, 1996).

A maior taxa de postura registrada na umidade mais elevada concorda com os resultados descritos por Canyon *et al.* (1999), que observaram oviposições significativamente maiores nas fêmeas de *A. aegypti* mantidas a 84% de umidade, comparadas a indivíduos submetidos à umidade mais baixa (34%). O custo reprodutivo causado em condições de *stress* ambiental pode ser devido à redistribuição de nutrientes que normalmente seriam utilizados para produção de ovos, para prover subsistência do indivíduo. Essa modificação fisiológica seria comparada à dissociação gonotrófica induzida pelo ambiente (Omer & Cloudsley-Thompson, 1970), onde o sangue que seria utilizado para o desenvolvimento de ovos passa à provisão da sobrevivência do indivíduo (Nayar & Sauerman, 1975), reduzindo a maturação de ovos durante o período em que o ambiente se apresenta desfavorável.

Em temperaturas mais amenas (25°C), o período de postura pode se prolongar por até 5 dias, resultando em uma elevação de aproximadamente 43% no número de ovos no ambiente, se comparado a situações de temperatura elevada (35°C). Esses resultados sugerem que em regiões de clima quente, as populações de *A. aegypti* podem chegar a duplicar nos períodos de temperaturas mais amenas. Considerando que essa espécie pode distribuir os ovos de uma mesma postura entre vários sítios de oviposição (Reiter *et al.*, 1995), esse também seria o período mais favorável para a dispersão do mosquito. Variações na umidade parecem não influenciar o início e a duração do período de postura, pois apresentaram um padrão similar entre os experimentos.

Temperaturas mais altas reduziram a sobrevivência das fêmeas, embora as diferenças observadas tenham sido também dependentes da umidade. Quando mantidas a 25°C e 80% de umidade, o período de vida prolongou-se por até 11 dias, e reduzindo à metade quando submetidas a 35°C em ambas umidades. A desidratação dos adultos causada pela elevação da temperatura e baixa na umidade, possivelmente é o fator mais

importante na sobrevivência (Nayar, 1972; Reeves *et al.*, 1994; Joshi, 1996; Mogi *et al.*, 1996) podendo influenciar no tamanho da população destes insetos no ambiente (Alto & Juliano, 2001). Em condições de temperatura similares a esse estudo (26° e 30°), na umidade de 80%, fêmeas de *A. krombeini* sobreviveram em média seis e quatro vezes mais que as fêmeas de *A. aegypti* analisadas nesse estudo. Entretanto, em situação mais adversa de temperatura (35°C), esta espécie mostrou-se mais resistente, sobrevivendo por cinco dias a mais que indivíduos de *A. krombeini* (Joshi, 1996). Variações de temperatura e umidade contribuem para a dessecação do indivíduo, cuja resistência a esse fenômeno tem sido diferenciada entre as espécies e linhagens da mesma espécie (Mogi *et al.*, 1996). Segundo esses autores *A. aegypti* e *A. albopictus* de áreas urbanas são mais resistentes à dessecação que linhagens coespecíficas de áreas rurais, sugerindo que este atributo pode ser importante para a sobrevivência desses mosquitos em áreas urbanas onde existe pouca vegetação e baixa umidade.

Altas temperaturas associadas à baixa umidade também resultaram em diminuição da taxa de eclosão em *A. aegypti*. Com o aumento da temperatura, um número gradativamente menor de larvas foi obtido de ovos mantidos a 60%ur. O inverso ocorreu na umidade de 80% onde houve aumento da eclosão com a elevação da temperatura de 25°C para 30°C. Um aumento na taxa de eclosão dos ovos associado à elevação na temperatura tem sido referido em outros trabalhos (Alto & Juliano, 2001). Ramsey *et al.* (1988), estudando a taxa de eclosão em *Anopheles albimanus*, verificaram que os ovos mantidos a 30°C produziam maior quantidade de larvas do que a 25°C. Esse anofelino deposita seus ovos sobre a lâmina d'água, em criadouros alagados e expostos à intensa luz solar. Ao contrário, *A. aegypti* oviposita preferencialmente no substrato na borda dos criadouros e em locais sombreados. Desse modo, os ovos de *An. albimanus* estariam mais

adaptados às variações de temperatura enquanto ovos de *A. aegypti* sofreriam maior impacto da umidade.

Em resumo, os resultados observados sobre o efeito da temperatura e umidade nos aspectos reprodutivos de *A. aegypti* contribuem para o entendimento da dinâmica populacional desse mosquito, particularmente em regiões quentes, onde a temperatura no verão, freqüentemente, eleva-se acima de 30°C. A maior concentração desse mosquito nas estações chuvosas e quentes é fortemente influenciada pelo efeito da temperatura e umidade em vários aspectos da vida do mosquito. O prolongamento na sobrevivência e padrão de postura que ocorre nesse período favorece a dispersão desse mosquito, que tem por hábito ovipositar em diferentes sítios de postura. A elevação na densidade populacional também favorece a ocorrência de epidemias nas estações chuvosas e quentes, diminuindo em períodos mais secos de temperatura mais baixa, quando o número de fêmeas no ambiente é reduzido.

AGRADECIMENTOS

À CAPES pela concessão de bolsa de estudo para a realização deste trabalho. Aos estagiários e técnicos do Laboratório de Invertebrados Terrestres (UFPE) pela colaboração na realização do trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alto, B.W. & Juliano, S.A. (2001). Precipitation and temperature effects on populations of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae): implications for range expansion. *Journal of Medical Entomology*, **38**: 646-656.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde (2004). **Dengue – Boletim da semana 37 / 2004**. Brasília, SVS.
- Canyon, D.V., Hii, J.L.K. & Muller, R. (1999). Adaptation of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) oviposition behaviour in response to humidity and diet. *Journal of Insect Physiology*, **45**: 959-964.
- Chadee, D.D. (1991). Seasonal incidence and vertical distribution patterns of oviposition by *Aedes aegypti* in an urban environment in Trinidad, W.I. *Journal of the American Mosquito Control Association*, **7**: 383-386.
- Chadee, D.D. (1992). Seasonal incidence and horizontal distribution patterns of oviposition by *Aedes aegypti* in an urban environment in Trinidad, West Indies. *Journal of the American Mosquito Control Association* **8**: 281-284.
- Consoli, R.A.G.B. & Lourenço-de-Oliveira, R. (1994). *Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil*. Fiocruz, Rio de Janeiro.
- Edman, J., Scott, T., Costero, A., Morrison, A.C., Harrington, L.C. & Clark, G.G. (1998). *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) movement influenced by availability of oviposition sites. *Journal of Medical Entomology*, **35**: 578-583.
- Glasser, C.M. & Gomes, A.C. (2002). Clima e sobreposição da distribuição de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* na infestação do Estado de São Paulo. *Revista de Saúde Pública*, **36**: 166-172.
- Joshi, D.S. (1996). Effect of fluctuating and constant temperatures on development, adult longevity and fecundity in the mosquito *Aedes krombeini*. *Journal of Thermal Biology*, **21**: 151-154.

- Kalra, N.L., Kaul, S.M. & Rastogi, R.M. (1997). Prevalence of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* – Vectors of Dengue and Dengue haemorrhagic fever in North, North-East and Central India. *Dengue Bulletin*, **21**: 84-92.
- Lowenberg Neto, P. & Navarro-Silva, M.A. (2004). Development, longevity, gonotrophic cycle and oviposition of *Aedes albopictus* Skuse (Diptera: Culicidae) under cyclic temperatures. *Neotropical Entomology*, **33**: 29-33.
- Mieli, M.V. & Campos, R.E. (2003). Oviposition activity and seasonal pattern of a population of *Aedes (Stegomyia) aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae) in Subtropical Argentina. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, **98**: 659-663.
- Mogi, M., Miyagi, I., Abadi, K. & Syafruddin (1996). Inter- and intraspecific variation in resistance to desiccation by adult *Aedes (Stegomyia)* spp. (Diptera: Culicidae) from Indonésia. *Journal of Medical Entomology*, **33**: 53-57.
- Moore, C.G., Cline, B.L., Ruiz-Tiben, E., Lee, D., Romney-Joseph, H. & Rivera-Correa, E. (1978). *Aedes aegypti* in Puerto Rico: environmental determinants of larval abundance and relation to dengue virus transmission. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, **27**: 1225-1231.
- Moraes, N.B., Bastos, G.C., Lima, S.A., Vasconcelos, D.C., de Sousa, L.L.F. & Pinheiro, K.M.A. (2004). Dengue: um desafio a vencer. *Revista CFMV (Conselho Federal de Medicina Veterinária)* **33**: 11-19.
- Nayar, J.K. (1972). Effects of constant and fluctuating temperatures on life span of *Aedes taeniorhynchus* adults. *Journal of Insect Physiology*, **18**: 1303-1313.
- Nayar, J.K. & Sauerman, D.M. (1975). The effects of nutrition on survival and fecundity in Florida mosquitoes. Part 2. Utilization of blood meal for survival. *Journal of Medical Entomology*, **12**: 99-103.

- Oda, T., Uchida, K., Mori, A., Mine, M., Eshita, Y., Kurokawa, K., Kato, K. & Tahara, H. (1999). 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* **15**: 153-156.
- Omer, S.M. & Cloudsley-Thompson, J.L. (1970). Survival of female *Anopheles gambiae* Giles through a 9-month dry season in Sudan. *Bulletin of the World Health Organ*, **42**: 319-330.
- Ramsey, J.M., Salinas, E., Lopez, J.R., Del Angel-Cabañas, G., Martinez, L. & Bown, D.N. (1988). Laboratory oviposition, fecundity and egg hatching ability of colonized *Anopheles albimanus* from Southwestern Mexico. *Journal of the American Mosquito Control Association* **4**: 509-515.
- Reeves, W.C., Hardy, J.L., Reisen, W.K. & Milby, M.M. (1994). Potential effect of global warming on mosquito-borne arboviruses. *Journal of Medical Entomology*, **31**: 323-332.
- Reiter, P., Amador, M.A., Anderson, R.A. & Clark, G.G. (1995). Short report: Dispersal of *Aedes aegypti* in an urban area after blood feeding as demonstrated by rubidium-marked eggs. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, **52**: 177-179.
- Rosa-Freitas, M.G., Tsouris, P., Sobajev, A., Weimann, E.T.S., Marques, A.U., Ferreira, R. L. & Luitgards-Moura, J.F. (2003). Exploratory temporal and spatial distribution analysis of dengue notifications in Boa Vista, Roraima, Brazilian Amazon, 1999-2001. *Dengue Bulletin*, **27**: 63-80.
- Suleman, M. (1990). Intraspecific variation in the reproductive capacity of *Anopheles stephensi* (Diptera: Culicidae). *Journal of Medical Entomology*, **27**: 819-828.
- Teng, H.J. & Apperson, C.S. (2000). Development and survival of immature *Aedes albopictus* and *Aedes triseriatus* (Diptera: Culicidae) in the laboratory: Effects of density,

food, and competition in response to temperature. *Journal of Medical Entomology*, **37**: 40-52.

Vezzani, D., Velásquez, S.M. & Schweigmann, N. (2004). Seasonal pattern of abundance of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) in Buenos Aires City, Argentina. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, **99**: 351-356.

Tabela 1. Fecundidade de fêmeas de *Aedes aegypti* submetidas a variações de temperatura e umidade.

| Temperaturas | 60% ur | | 80% ur | |
|--------------|-----------------------------------|---------------------|---------------------------------|---------------------|
| | Média de | Varição de | Média de | Varição de |
| | ovos±EP (n) | postura (y) | ovos±EP (n) | postura (y) |
| 25°C | 85.99±3.16 ^{ab} (102) | 4 – 160 (37.25%) | 99.08±3.56 ^a (92) | 4 – 155 (55.43%) |
| 30°C | 82.89±3.33 ^b (111) | 2 – 143 (37.84%) | 75.75±5.03 ^b (75) | 1 – 144 (45.33%) |
| 35°C | 54.53±4.81 ^c (55) | 1 – 126 (14.55%) | 59.62±3.41 ^c (79) | 2 – 132 (7.59%) |
| TOTAL | 78.25±2.2 (268) | | 79.29±2.53 (246) | |

n= número de fêmeas que ovipositaram. **y**= percentual de fêmeas com postura total =100 ovos. Letras iguais significam estatisticamente semelhantes (p< 0,05).

Tabela 2. Padrão de postura e taxa de sobrevivência (%) de fêmeas de *Aedes aegypti* mantidas a diferentes temperaturas e umidades, em laboratório.

| Dias | 25°C 60% | 25°C 80% | 30°C 60% | 30°C 80% | 35°C 60% | 35°C 80% |
|------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| | (n _i = 113) | (n _i = 105) | (n _i = 149) | (n _i = 100) | (n _i = 100) | (n _i = 110) |
| | Média±EP (N) | Média±EP (N) | Média±EP (N) | Média±EP (N) | Média±EP (N) | Média±EP (N) |
| 1-3 | 0 (100) | 0 (100) | 0 (100) | 0 (100) | 0 (100) | 0 (100) |
| 4 | 47.9±7.86 (100) | 81.9±5.47 (100) | 80.02±3.5 (100) | 72.61±5.54 (100) | 53.76±6.01 (100) | 58.61±3.45 (100) |
| 5 | 54.24±5.64 (96.46) | 86.9±6.57 (97.14) | 40.75±6.9 (57.4) | 59.56±13.3 (39) | 42 (12) | 80 (20.9) |
| 6 | 65.64±5.14 (89.38) | 63.38±11 (85.71) | 51.5±43.5 (33.3) | 117.67±10 (8) | - (0) | - (0) |
| 7 | 64.76±10.5 (64.6) | 49.43±21.9 (67.62) | 0 (5.55) | 0 (1) | - (0) | - (0) |
| 8 | 32±23 (23.01) | 93.5±21.5 (34.29) | - (0) | - (0) | - (0) | - (0) |
| 9 | - (0) | 0 (21.9) | - (0) | - (0) | - (0) | - (0) |
| 10 | - (0) | 0 (8.57) | - (0) | - (0) | - (0) | - (0) |
| 11 | - (0) | 0 (4.76) | - (0) | - (0) | - (0) | - (0) |

n_i= número inicial de fêmeas. N= taxa de sobrevivência (%).

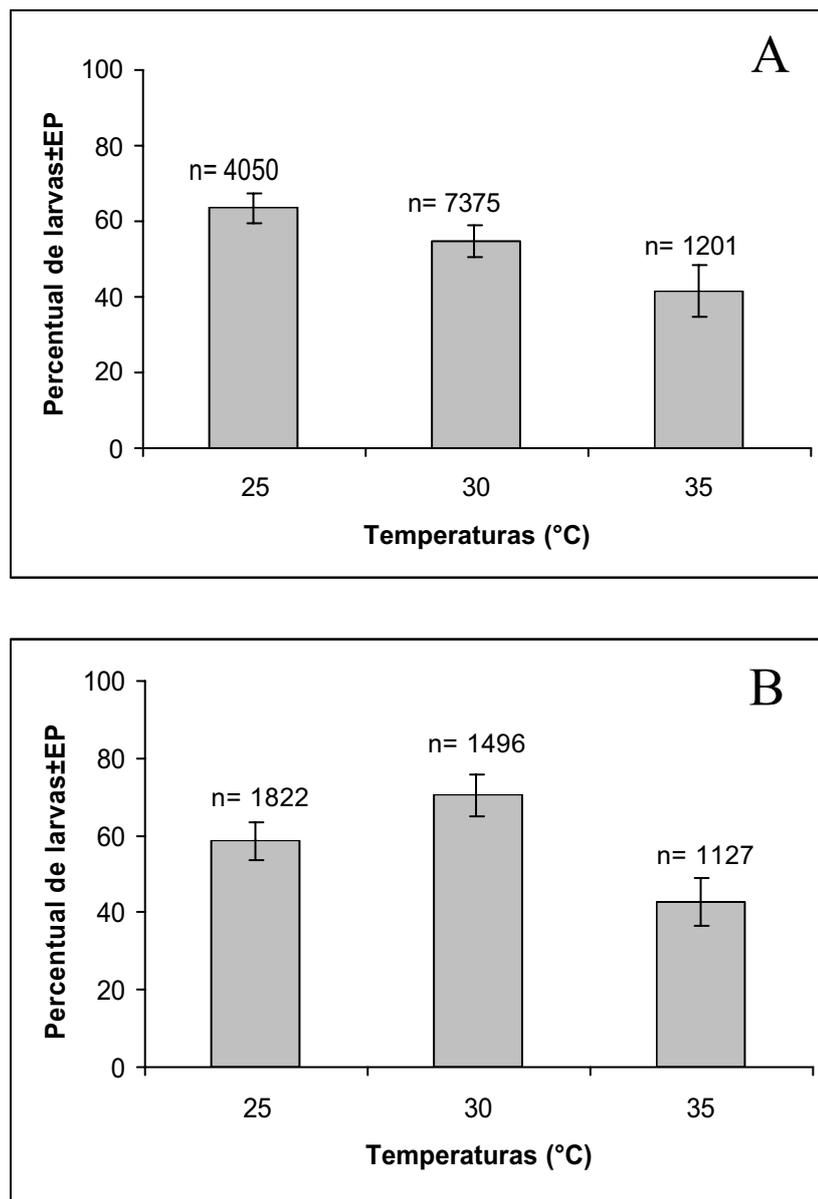


Figura 2. Taxa de eclosão dos ovos de fêmeas de *Aedes aegypti* submetidas a variações de temperatura e umidade. A- fertilidade a 60%ur; B- fertilidade a 80%ur. n- Total de ovos analisados. Barras representam o erro padrão da média de eclosão.

CAPÍTULO 2

Sobrevivência de ovos de *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) em diferentes temperaturas e umidades.

Egg survival of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) under different temperature and humidity.

Ethiene A. P. Almeida e Cleide M. R. Albuquerque[§].

Mestrado em Biologia Animal, Departamento de Zoologia – Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Pernambuco. Av. Moraes Rego, 1235, CEP: 50670-420. Cidade Universitária, Recife, PE, Brasil.

§ Endereço para Correpondência:

Cleide M. R. Albuquerque.

Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Ciências Biológicas, Departamento de Zoologia. Av. Moraes Rego, 1235, CEP: 50670-420. Cidade Universitária, Recife, PE, Brasil. E-mail: cleide@ufpe.br

RESUMO

Após a oviposição, os ovos de mosquitos são vulneráveis à temperatura e umidade. Quando em condições ambientais adversas, esses entram em quiescência, podendo ficar viáveis por longos períodos. Neste trabalho o efeito de três diferentes temperaturas (25°, 30° e 35°C) combinados com 60% e 80% de umidade foi avaliado em ovos de *Aedes aegypti* mantidos em laboratório por até 120 dias. Estes foram analisados quanto à integridade do córion, postos para eclodir e o número de larvas produzidas foi investigado durante 96 horas. Os resultados obtidos mostraram que a eclosão das larvas provenientes de ovos quiescentes sofreu maior influência do tempo de estocagem, seguido da umidade e temperatura. O período máximo de viabilidade observado foi de 90 dias, particularmente, em ovos mantidos na temperatura mais baixa e umidade mais elevada. O número de ovos íntegros e a taxa de eclosão diária mostraram-se dependentes do tempo de estocagem e umidade. Esses resultados sugerem que a população de *A. aegypti* em Recife está bem adaptada aos períodos quentes e secos do ano. Assim, em áreas urbanas onde os sítios de oviposição preferenciais desse mosquito são recipientes artificiais facilmente submetidos à elevada evaporação, ovos aderidos às paredes podem eclodir após longo tempo em dormência, reiniciando a infestação de áreas tratadas. Este fenômeno pode servir de alerta para as autoridades sobre a necessidade de cautela na divulgação de resultados sobre o controle desse mosquito.

Palavras-chave: *Aedes aegypti*, Eclosão de ovos, Quiescência, temperatura, umidade.

INTRODUÇÃO

O gênero *Aedes* compreende cerca de 1.200 espécies dentre as quais *Aedes aegypti* Linnaeus, 1762 destaca-se pela capacidade de transmitir importantes arboviroses como dengue, febre amarela e encefalite japonesa (Kettle 2000). Esse mosquito põe seus ovos sobre um substrato ou acima da lâmina d'água em containeres naturais e artificiais.

Em condições favoráveis de desenvolvimento, logo após a postura, o ovo absorve água resultando no aumento do seu tamanho e peso, cuja eclosão acontece geralmente, três dias após a oviposição (Clements 1992). Condições adversas podem resultar em quiescência, ou seja, detenção do desenvolvimento do inseto em resposta às condições ambientais desfavoráveis (Gullan e Cranston 1994), cuja duração é influenciada pela umidade e temperatura (Hanson e Craig 1994). A resistência dos ovos à dessecação permitiu a disseminação passiva de *A. aegypti* de sua região de origem na África, para outras partes do mundo (Consoli e Lourenço-de-Oliveira 1994, Silva e Silva 1999) e tem possibilitado o surgimento explosivo de grandes populações ou re-infestações de áreas tratadas (Cardoso Jr et al. 1997), em poucos dias, após a inundação de criadouros submetidos a diferentes períodos de estiagem. A situação torna-se mais preocupante, sob o ponto de vista da saúde pública nos casos em que os ovos possam estar infectados com o vírus da dengue via transmissão transovariana, ou seja, ovos postos por fêmeas infectadas (Woodring et al. 1998, Bicout et al. 2002).

O grau de tolerância à dessecação dos ovos tem se mostrado variável entre espécies relacionadas e entre populações de uma mesma espécie (Sota e Mogi 1992, Alto e Juliano 2001; Juliano et al. 2002), sendo frequentemente associada a variações climáticas,

o que indica a necessidade de estudos pontuais para o conhecimento do impacto dessas variáveis sobre as populações locais de *Aedes* spp.

No Brasil, a rápida expansão do *A. aegypti* a partir de 1995 tem levado a surtos epidêmicos que ocorrem no período do verão, durante ou imediatamente após períodos chuvosos (Brasil 2004). A maioria dos casos registrados da doença tem-se encontrado na região Nordeste, onde predomina o clima tropical, com apenas duas estações, chuvosa e seca. No litoral, o clima é úmido e as temperaturas máximas no verão variam entre 31°C e 35°C, e as umidades de 75% a 85%. Com o objetivo de conhecer a importância dos ovos quiescentes na dinâmica populacional de *A. aegypti* nos períodos quentes e úmidos, investigou-se neste trabalho a taxa de eclosão de larvas provenientes de ovos armazenados sob diferentes condições de temperatura e umidade.

MATERIAL E MÉTODOS

Estudo de Laboratório. Ovos de fêmeas *A. aegypti* mantidas em condições laboratoriais ($27^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, $70 \pm 5\%$ de umidade relativa e fotoperíodo de 12:12 h) serviram de material biológico inicial para este estudo. Grupos de ovos com até 24 horas de idade foram aleatoriamente separados e dispostos em uma das seguintes condições experimentais: 23-27°C (média de 25°C), considerado como controle; 28-32°C (média de 30°C) e 33-37°C (média de 35°C). Para cada faixa de temperatura, foram testados conjuntos combinados com as seguintes umidades relativas: $60 \pm 8\%$ e $80 \pm 6\%$, perfazendo um total de 6 grupos experimentais.

Quiescência dos ovos. O efeito da temperatura e umidade sobre a duração do período de estocagem, o tempo de resposta de eclosão e número de ovos viáveis de *A.*

aegypti foi analisado em amostras armazenadas por 30, 60, 90 e 120 dias, nas condições experimentais acima mencionadas. Após cada um dos períodos, os ovos foram analisados, sob microscópio estereoscópico, sendo classificados de acordo com seu estado de integridade: córion íntegro (CI), parcialmente desidratado (PD) e totalmente desidratado (TD). Após essa análise, os ovos foram colocados em bandejas com água (2 litros). O número de larvas eclodidas foi investigado a cada 24 horas por três dias consecutivos, a fim de verificar possíveis variações na taxa de eclosão.

Análises Estatísticas. A normalidade dos dados obtidos foi testada utilizando o teste de Kolmogorov-Smirnov. O efeito do tempo de estocagem, temperaturas e umidades diferentes sobre a taxa de eclosão de ovos quiescentes foram analisados através da ANOVA (two-way, Tukey) e Regressão Linear Simples. Os valores representados por porcentagens foram previamente transformados pela raiz quadrada do percentual dividido por 100. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o software BioEstat 3.0 para Windows.

RESULTADOS

O efeito de diferentes condições de temperatura, umidade e tempo de estocagem sobre a viabilidade dos ovos de *A. aegypti* foi analisado em uma amostra de 7.321 ovos. Embora os três fatores tenham influenciado negativamente na taxa de eclosão, o tempo de quiescência foi o que apresentou maior impacto, seguido da umidade e temperatura ($F=213,83$, $gl=3$, $p<0,01$). Resultados similares foram encontrados quando se analisou a influência desses parâmetros sobre a dessecação do ovo (baseada no aspecto do córion),

cuja taxa de eclosão indica que ovos com córion íntegro e parte daqueles parcialmente desidratados podem produzir larvas (Tabela 1 e Figura 1).

O aumento da temperatura influenciou negativamente na taxa de eclosão das larvas originadas de ovos mantidos a 80% de umidade, nos menores períodos de estocagem (30 dias, $R^2= 88.54\%$, $b= -6.098$, $p<0.05$; 60 dias, $R^2= 73.41\%$, $b= -6.841$, $p<0.05$). A 60% de umidade ovos mantidos a 30°C por 30 dias apresentaram um percentual médio de eclosão mais elevado que a 25°C, possivelmente devido a alguma distorção em uma das réplicas experimentais.

O maior período de sobrevivência foi de 90 dias com o número de larvas sendo significativamente maior ($p< 0,05$) no grupo de ovos mantidos na temperatura mais amena (25°C) e umidade mais elevada (80%), comparado a taxa de eclosão de 25°C e 60% (média de 2,3%) e 30°C a 80% de umidade (média de 0,27%) (Figura 1). O maior impacto na viabilidade dos ovos foi observado a 35°C em ambas umidades, quando a resistência a dessecação durou por apenas 30 dias. A tolerância à dessecação nos demais grupos foi influenciada pela umidade e temperatura (Figura 1). A 120 dias de idade, não foi registrada nenhuma taxa de eclosão nos seis grupos experimentais deste estudo.

A taxa diária de eclosão obtida de ovos quiescentes, avaliada por três dias consecutivos, não apresentou um padrão similar nos diversos grupos registrando picos de eclosão em diferentes dias. No entanto, ovos mantidos na umidade mais baixa, necessitaram de um tempo mais prolongado para a eclosão das larvas. Ovos estocados durante 30 dias a 25°C e 60%ur produziram larvas por até quatro dias após a submersão. Nessa mesma umidade, a 30° e 35°C a eclosão das larvas foi observada por três e dois dias, respectivamente (Tabela 2). Ovos armazenados a 80% de umidade nas mesmas temperaturas do grupo anterior reduziram em um dia o período de eclosão dos ovos (Tabela 2). A partir de 60 dias de estocagem as variações foram mais acentuadas, embora a

25°C e 60%ur os ovos continuassem a requerer um maior tempo de hidratação para a eclosão das larvas (96 horas) (Tabela 2).

Os resultados obtidos a partir da avaliação dos ovos quanto ao nível de dessecação do córion estão sumarizados na Tabela 1. O número de ovos que apresentaram córion íntegro diminuiu de acordo com a elevação do período de quiescência e temperatura e diminuição da umidade. A 30 e 60 dias de estocagem foram registradas as maiores taxas de ovos com total integridade do córion. Nestas condições, ovos mantidos a 25°C e 80% de umidade registraram cerca de 5,8 vezes mais ovos íntegros comparados àqueles submetidos a mesma temperatura e umidade mais baixa (Tabela 1). Em grupos de ovos acondicionados a 35°C observou-se uma tendência ao favorecimento da integridade do córion com a elevação da umidade, os quais mostraram-se mais resistentes a dessecação com cerca de 20% menos ovos totalmente desidratados que aqueles submetidos a 60% de umidade (Tabela 1).

DISCUSSÃO

Ovos de várias espécies de mosquitos de gênero *Aedes*, quando submetidos a condições ambientais adversas podem deter o desenvolvimento, entrando no estado de quiescência (Sota e Mogi, 1992, Juliano *et al.*, 2002, Roberts, 2004), cuja duração é particularmente influenciada por variações na umidade e temperatura (Hanson e Craig, 1994). Os dados deste trabalho indicam que a viabilidade de ovos de *A. aegypti* foi reduzida em função do tempo de estocagem, sendo mais susceptíveis à dessecação em baixas umidades e altas temperaturas. Na linhagem Asiática dessa mesma espécie, uma diminuição na viabilidade de ovos mantidos a 25°C, foi observada com a redução da

umidade, sendo registrada uma sobrevivência média de 128,3, 101,9 e 62,1 dias para ovos mantidos a 88%, 68% e 42% UR, respectivamente (Sota e Mogi, 1992). Ao contrário, Juliano *et al* (2002), utilizando espécimes de *A. aegypti* da Flórida, a temperaturas entre 22° a 26°C e umidades de 25% a 95%, não verificaram variação no número de larvas obtidas a partir de ovos mantidos nessas condições por um período de até 60 dias. Essas variações podem refletir diferenças populacionais do mosquito indicando adequações adaptativas a variações ambientais.

Assumindo a taxa de sobrevivência de 100% para os ovos embrionados antes da dessecação (Sota e Mogi, 1992), as diferenças nas taxas de eclosão nas diversas condições analisadas neste estudo permitem sugerir que após 30 dias no ambiente, cerca de 30-40% dos ovos serão inviáveis se a temperatura variar entre 25°C e 30°C e a umidade relativa estiver entre 60-80%. A viabilidade dos ovos reduzirá drasticamente nos períodos em que a temperatura chegue a 35°C, que corresponde à máxima registrada na estação seca da região nordeste.

A viabilidade dos ovos de *A. aegypti* a partir de 90 dias é influenciada pela temperatura e umidade, havendo uma elevação significativa da mortalidade com o aumento desses parâmetros abióticos (Juliano *et al.*, 2002). Resultados similares foram registrados no presente trabalho, os quais em ovos com 90 dias de idade, foram observadas eclosões apenas nos grupos mantidos a 25°C e 60%, 25°C e 30°C a 80% de umidade. Ovos com 120 dias de estocagem não apresentaram eclosão de larvas nos seis grupos experimentais utilizados no presente estudo. No entanto, a literatura tem registrado grande variação no período de resistência a dessecação de ovos quiescentes de *A. aegypti*. Silva & Silva (1999), obtiveram 97% de eclosão com 121 dias de estocagem, sendo estes ovos mantidos a temperatura média de 28°C e 80 % de umidade relativa. Uma das razões para essas diferenças pode ser a variação no volume do ovo, que tem sido associado ao melhor

desempenho de *A. aegypti* à resistência à desidratação (Sota e Mogi, 1992). Contudo a maioria dos autores não analisam esse parâmetro em seus estudos, o que pode contribuir para as diferenças entre os trabalhos.

Arroxelas (2003) utilizando armadilhas de oviposição verificou que dos ovos de *Aedes* spp analisados cerca de 15% dos ovos encontravam-se íntegros, duas vezes mais que os resultados obtidos no presente estudo. Esta diferença pode ser decorrente das condições de armazenamento dos ovos utilizadas nos trabalhos. Arroxelas (2003) manteve as amostras sob condições de temperatura e umidade ambientais ($29\pm 5^{\circ}$ C e $70\pm 29\%$ UR), enquanto os grupos de ovos utilizados em nosso trabalho foram mantidos sob condições contínuas por longos períodos.

O aumento na produção de larvas por ovos quiescentes submerso por até três dias foi relacionado ao tempo de armazenamento. Quanto mais longo o período de dessecação mais tempo de hidratação foi requerido. Estes dados corroboram com aqueles obtidos por Arroxelas (2003), o qual verificou que a eclosão de larvas de *Aedes* provenientes de ovos coletados com ovitrampas não foi uniforme em resposta a diferentes períodos de submersão. A maioria das larvas obtida por esse autor ocorreu durante três dias imersos em água, havendo eclosão de apenas 3% dos ovos quando submersos por uma segunda vez. Segundo Logan *et al.* (1991), ovos de *Aedes* spp necessitam ciclos sucessivos de hidratação e secagem para uma melhor eclosão.

As diferenças na tolerância a dessecação entre espécies de *Aedes* sp. podem estar relacionadas a seleção do habitat. *A. aegypti* tem preferência por recipientes artificiais encontrados em áreas urbanas. Nesses recipientes, esses ovos podem passar longos períodos sem água, particularmente em regiões tropicais, tornando-se vulneráveis a baixas umidades. A eclosão de cerca de 10% dos ovos em condições bastante adversas de temperatura e umidade encontrada nesse estudo, sugere que a população desse mosquito

em Recife está bem adaptada aos períodos quentes e secos do ano. Assim, ovos aderidos às paredes podem eclodir após longo tempo em dormência pela inundação dos criadouros, reiniciando a infestação de áreas tratadas. Estudos sobre quiescência são importantes sob vários aspectos incluindo o controle de *A. aegypti*, sendo particularmente importante se, devido a transmissão transovariana estes ovos já estiverem infectados pelo vírus da dengue. Além disso, como sugerido por Silva e Silva, (1999) este fenômeno serve de alerta para as autoridades sobre a necessidade de cautela na divulgação de resultados sobre o controle desse mosquito.

AGRADECIMENTOS

À CAPES pelo concessão de bolsa de estudo para a realização deste trabalho. Aos estagiários e técnicos do Laboratório de Invertebrados Terrestres (UFPE) pela colaboração na realização do trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alto BW, Juliano SA 2001. Precipitation and temperature effects on populations of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae): implications for range expansion. *J. Med. Entomol.* 2001. 38(5): 646-656.
- Arroxelas AL 2003. *Variação temporal da viabilidade de ovos de Aedes spp (Diptera: Culicidae) coletados em ovitrampas provenientes de área urbana do município de Recife*. Dissertação (Mestrado). Recife: Universidade Federal de Pernambuco. 30p.

- Bicout DJ, Chalvet-Monfray K, Sabatier P 2002. Infection persistence time of *Aedes* breeding habitats. *Physia A*. 2002. 305: 597-603.
- BRASIL - Ministério da Saúde - Secretaria de Vigilância em Saúde. *Dengue – Boletim da semana 37 / 2004*. Brasília, SVS. 2004. 9 pp.
- Cardoso Jr RP, Scandar SAS, Mello NV, Ernandes S, Botti MV, Nascimento EMM 1997. Detecção de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* na zona urbana do município de Catanduva-SP, após controle de epidemia de dengue. *Rev Soc Bras Med Trop* 30: 37-40. 1997.
- Clements, A. N. *The biology of mosquitoes*, Vol. I. London: Chapman & Hall. 1992. 509 p.
- Consoli RAGB, Lourenço-de-Oliveira R. *Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil*. Rio de Janeiro: Fiocruz. 1994. 228p.
- Gullan PJ, Cranston PS. *The insects: An outline of entomology*. Chapman & Hall, 1994.
- Hanson SM, Craig GB Jr. Cold acclimation, diapause, and geographic origin affect cold hardiness in eggs of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae). *J. Med. Entomol.* 1994. 31(2): 192-201.
- Juliano SA, O'meara GF, Morrill JR, Cutwa MM 2002. Desiccation and thermal tolerance of eggs and the coexistence of competing mosquitoes. *Oecologia* 130: 458–469.
- Kettle DS. *Medical and Veterinary Entomology*. London: CABI Publishing. 2ª Edition. 2000. p. 725.
- Logan TM, Linthicum, KJ, Thande PC, Wagatsh JN, Nelson CR, Roberts. *J. Am Mosq Control Assoc* 1991, 7: 109
- Roberts D 2004. Prolonged survival of eggs of the rock-pool mosquito, *Aedes vittatus*, in the extreme heat of the Arabian peninsula. *J. Arid Environ* 57: 203-210.
- Silva HHG, Silva IG 1999. Influência do período de quiescência sobre o ciclo de vida de *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) (Diptera, Culicidae) em condições de laboratório *Rev. Soc. Bras. Med. Trop.* 32(4): 349-355.

Sota T, Mogi M 1992. Interspecific variatio in desiccation survival time of *Aedes* (*Stegomyia*) mosquito eggs is correlated with habitat and egg size. *Oecologia*. 90: 353-358.

Woodring J, Chandler LJ, Oray CT, Mcgaw MM, Blair CD, Beaty BJ 1998. Short report: diapause, transovarial transmission, and filial infection rates in geographic strains of La Crosse Virus-Infected *Aedes triseriatus*. *Am J Trop Med Hyg* 58: 587-588.

Tabela 1. Aspectos do córion dos ovos de *Aedes aegypti* armazenados por diferentes períodos sob temperaturas e umidades variadas.

| Dias | | 60%ur | | | 80%ur | | |
|------|----|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | | 25°C (%) | 30°C (%) | 35°C (%) | 25°C (%) | 30°C (%) | 35°C (%) |
| 30 | CI | 10,43 | 19,34 | 0,92 | 58,24 | 25,05 | 13,72 |
| | PD | 85,28 | 70,80 | 7,41 | 41,76 | 55,08 | 23,53 |
| | TD | 4,29 | 9,85 | 91,67 | 0 | 19,87 | 62,75 |
| 60 | CI | 4,48 | 13,29 | 0 | 25,97 | 13,91 | 2,63 |
| | PD | 27,35 | 18,69 | 0,78 | 30,52 | 14,90 | 7,89 |
| | TD | 68,16 | 68,02 | 99,22 | 43,51 | 71,19 | 89,48 |
| 90 | CI | 0 | 0 | 0 | 11,43 | 1,63 | 0 |
| | PD | 2,17 | 3,12 | 0,32 | 15,24 | 2,53 | 0 |
| | TD | 97,83 | 96,88 | 99,68 | 73,33 | 95,84 | 100 |
| 120 | CI | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,28 |
| | PD | 0 | 0 | 1,71 | 1,74 | 3,70 | 2,95 |
| | TD | 100 | 100 | 98,29 | 98,26 | 96,3 | 96,77 |

CI= córion íntegro; PD= córion parcialmente desidratado; TD= córion totalmente desidratado

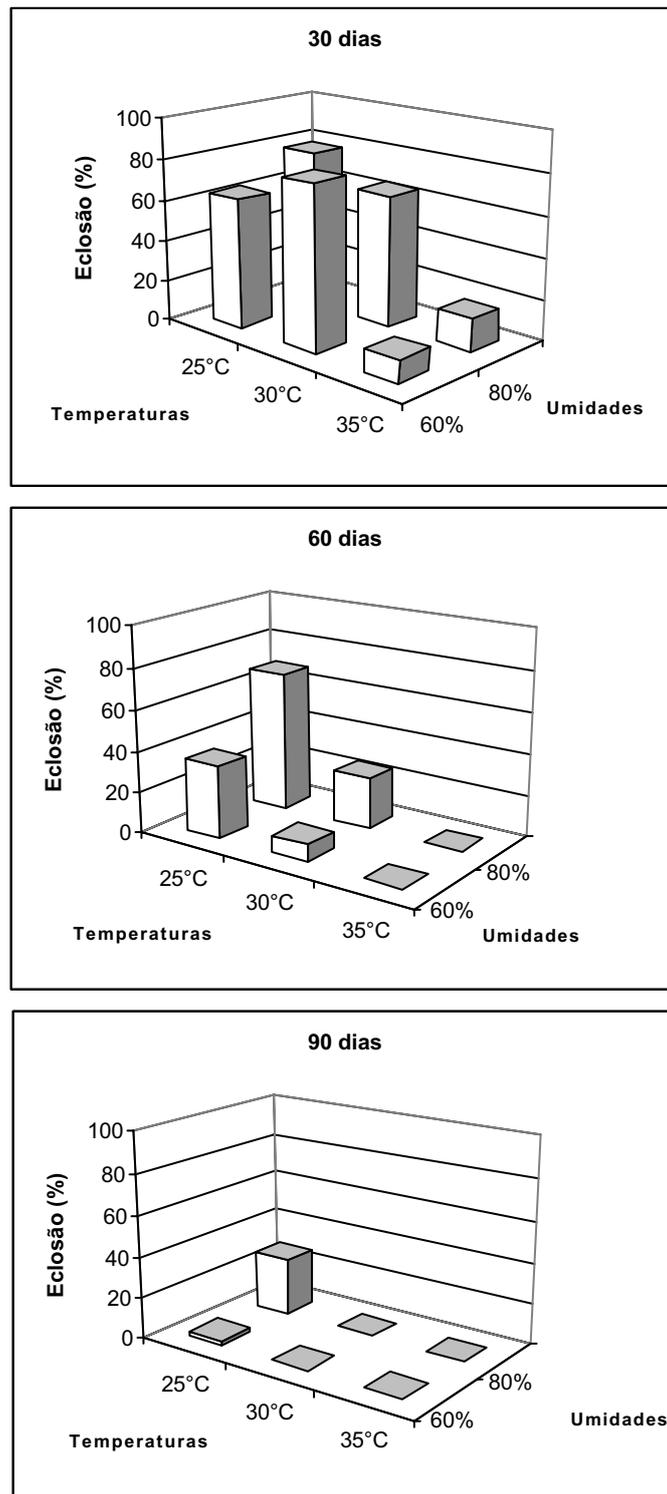


Figura 1. Percentual médio de eclosão de ovos quiescentes de *Aedes aegypti*, mantidos a diferentes temperaturas e umidades, em laboratório.

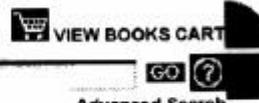
Tabela 3. Taxas diárias de eclosão (Percentual médio±EP) de ovos de *Aedes aegypti* mantidos em diferentes temperaturas, umidades e tempos de estocagem.

| | | 60%ur | | | 80%ur | | |
|-------------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|-------|
| Horas | | 25°C | 30°C | 35°C | 25°C | 30°C | 35°C |
| | 24 | 25.4±14.3 | 40.4±3.5 | 46.8±24.6 | 9.8±1.3 | 72.2±7.6 | 100.0 |
| 30 | 48 | 0.7±0.7 | 58.5±2.4 | 53.2±24.6 | 71.0±15.4 | 27.8±7.6 | 0 |
| dias | 72 | 42.4±9.1 | 1.1±1.1 | 0 | 19.2±14.1 | 0 | 0 |
| | 96 | 31.4±24.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 24 | 0.8±0.8 | 1.0±1.0 | 0 | 0 | 13.4±7.8 | 0 |
| 60 | 48 | 56.8±6.8 | 52.2±7.8 | 0 | 38.0±7.7 | 86.6±7.8 | 0 |
| dias | 72 | 36.4±13.6 | 46.8±6.8 | 0 | 62.0±7.7 | 1.4±1.4 | 0 |
| | 96 | 6.1±6.1 | 0 | 0 | 0 | 1.4±1.4 | 0 |
| | 24 | 0 | 0 | 0 | 7.1±7.1 | 50.0±50.0 | 0 |
| 90 | 48 | 16.7±16.7 | 0 | 0 | 9.5±9.5 | 0 | 0 |
| dias | 72 | 66.7±33.3 | 0 | 0 | 47.6±19.0 | 0 | 0 |
| | 96 | 16.7±16.7 | 0 | 0 | 35.7±35.7 | 0 | 0 |

7. CONCLUSÕES

1. A fecundidade e sobrevivência das fêmeas de *Aedes aegypti*, linhagem Recife, é drasticamente reduzida com o aumento da temperatura na umidade mais baixa.
2. Altas temperaturas diminuem significativamente o número de ovos postos, o padrão de postura e o número de fêmeas que ovipositam, o que indica uma contribuição para o declínio da população de *A. aegypti* em períodos quentes.
3. Em períodos quentes e secos a fertilidade contribui de maneira reduzida para a abundância populacional devido a baixa taxa de eclosão em temperaturas elevadas.
4. A proporção de machos é favorecida por temperaturas amenas.
5. O tempo de estocagem, umidade e temperatura influenciam na viabilidade de ovos quiescentes de *A. aegypti*.
6. A integridade do córion de ovos estocados e taxa de eclosão diária são afetadas pelo tempo de quiescência e umidade.
7. Além dos ovos quiescentes que apresentam córion íntegro, aqueles parcialmente desidratados podem produzir larvas auxiliando no aumento da densidade populacional dos mosquitos.

ANEXOS


[BLACKWELL HOME](#) | [HELP](#) | [CONTACT](#) | [PRIVACY](#)

[Product Search](#)

[Advanced Search](#)

[Books Home](#)
[Journals Home](#)
[List of Journals](#)
[Advanced Search](#)
[Websites](#)
[E-mail Alerts](#)
[Site Index](#)
[Subject Index](#)
[For Librarians](#)
[Press Room](#)



[Subscribe/Renew](#)
[Aims & Scope](#)
[Editorial Board](#)
[Tables of Contents](#)
[View a Sample Issue](#)
[Association / Society](#)
[For Authors](#)

[Sales and Services](#)
[Customer Services](#)
[Permissions](#)
[Offprints](#)



Medical and Veterinary Entomology

Published on behalf of the Royal Entomological Society

Edited by:
 G. Gibson and R. Wall

Print ISSN: 0269-283X
Online ISSN: 1365-2915
Frequency: Quarterly
Current Volume: 19

ISI Journal Citation Reports® Ranking: 2003: 17/64 (Entomology);
 26/120 (Veterinary Sciences)
Impact Factor: 1.040



Author Guidelines

Veterinary papers should be addressed to:

Professor Richard Wall
 Insect Ecology and Veterinary Parasitology Group
 School of Biological Sciences
 University of Bristol
 Bristol, BS8 1UG
 UK
 e-mail: richard.wall@bristol.ac.uk

Medical papers should be addressed to:

Dr Gabriella Gibson
 Natural Resources Institute
 University of Greenwich
 Chatham Maritime
 Chatham
 Kent ME4 4TB
 UK
 e-mail: g.gibson@greenwich.ac.uk

Review papers may be sent directly to Dr G. B. White by e-mail:
grahamwhite@compuserve.com

Please put a return address on the back of any parcels, in case of non-delivery.

Papers submitted to *Medical and Veterinary Entomology* should be original research papers on the biology and control of arthropods of medical or veterinary importance such as ectoparasites, endoparasites, vectors of pathogens affecting man and other animals and arthropods of forensic importance. The principal interests will be in vector transmission, biosystematics and distribution, ecology, lifecycles, behaviour and environmental, biological and chemical control methods. Short reviews (by prior arrangement with an editor), opinion papers, brief communications and technical reports may also be accepted. Reports of the distribution of species, parasites and genetic factors need to be of more than local interest.

Papers should be in clear concise English, not normally exceeding 6000 words of text (10 printed pages) but longer papers of particular merit may be accepted. Papers submitted must not have been published or be under consideration for publication by any other journal.

Ethical considerations will be taken into account in judging the acceptability of papers and the editors decision on this, as on all other aspects, will be final.

Fifty offprints of each paper are provided free (100 to Fellows of the Royal Entomological Society). More copies may be ordered at current prices when proofs are returned. Authors may be required to pay for excessive alterations to proofs.

The name, address and email address of the author to whom readers should address correspondence and offprint requests should be given on the first page; this will appear as a footnote in the journal and the publishers will send proofs to this author unless contrary instructions are written on the manuscript.

Nothing should be italicised or underlined except Latin names. Manuscripts must be typed, on one side of the paper, double spaced with wide margins, preferably on A4 or quarto paper. Tables must be on separate sheets, and should be self-explanatory. Figure legends should be grouped together on a separate sheet. Three copies of the text and figures are required.

Figures must be boldly drawn in black ink. They should be submitted about twice their final printed size, labelled with stencilled or preprinted lettering (large enough to allow reduction to 50%) and numbered serially. Authors should avoid bold or unnecessarily large lettering. Photographs in the form of unmounted glossy prints of good contrast are acceptable for half-tone reproduction when they are a real contribution to the text: authors may submit them mounted as a group to fill the printed page if they wish. Colour plates are printed by special arrangement only.

Measurements should be given in SI units. Simple measures of variability (e.g. standard error or confidence limits) should always accompany means. The same data should not be given in both tables and figures.

References should conform to the name-and-date system; *titles of periodicals must be given in full* in the list of references at the end of the paper.

The title of the paper should be informative but preferably not exceed twenty words. A short title (for page headlines) of not more than forty letters, including spaces, should also be supplied. Taxonomic affiliation (order:family) and authority should be given at the first mention of a species in the abstract; full name and authority should be given at first mention in the text. The paper should include a self-contained abstract of less than 250 words, presented as a series of factual statements to follow under the title. Authors should provide a maximum of ten key words.

Papers not conforming with these directives are liable to be returned to the author.

The journal welcomes submission of accepted manuscripts on disk in a Word document. An accurate hard copy must accompany each disk, together with details of the type of hardware used, the software employed and the disk system, if known. Do not justify. Particular attention should be taken to adhere exactly to the journal style in all respects. Further details can be obtained from the publisher. Disks will not be returned to authors.

Copyright

A Copyright Assignment Form must be completed for all articles accepted for publication in the journal.

Please use the appropriate form for the Editor who is handling your paper:

For Richard Wall, please use [this form](#)

For Gabriella Gibson, please use [this form](#)

For Graham White, please use [This form](#)

Author material archive policy

Please note that unless specifically requested, Blackwell Publishing will dispose of all hardcopy or electronic material submitted 2 months after publication. If you require the return of any material submitted, please inform the Editorial Office or Production Editor as soon as possible if you have not yet done so.

Colour work agreement forms

It is the policy of *Medical and Veterinary Entomology* for authors to pay the full cost for the reproduction of their colour artwork. Therefore, please note that if there is colour artwork in your manuscript when it is accepted for publication, Blackwell Publishing require you to complete and return a [Colour Work Agreement form](#) before your paper can be published. This form can be downloaded as a PDF* from the internet. If you are unable to access the internet, or are unable to download the form, please contact the Production Editor at: mve@oxon.blackwellpublishing.com and they will be able to email or FAX a form to you. Once completed, please return the form to the Production Editor at the address below:

Sian Bateman
Blackwell Publishing
9600 Garsington Road
Oxford OX4 2DQ, UK

Any article received by Blackwell Publishing with colour work will not be published until the form has been returned.

*To read PDF files, you must have Acrobat Reader installed on your computer. If you do not have this program, this is available as a free download from the following web address: <http://www.adobe.com/products/acrobat/readstep2.html>

A **File Description Form** must be completed for all electronic submission of manuscripts.

Preparation of electronic artwork

We would like to receive your artwork electronically in addition to hard copy. Please prepare your figures according to the publisher's **Electronic Artwork Guidelines**.

- Create EPS files for images containing lineart. EPS files should be saved with fonts embedded (and with a TIFF preview if possible). The following packages can be used to create EPS files: Adobe Illustrator 7.0 and above, Deneba Canvas 6.0 and above, CorelDRAW 7.0 and above, SigmaPlot 8.01 and above. Other programs may also be able to create EPS files - use the SAVE AS or EXPORT functions. EPS files can be produced from other applications (e.g. PowerPoint, Excel) BUT results can be unpredictable (e.g. fonts and shading not converted correctly, lines missing, dotted lines becoming solid).
- Create TIFF files images containing half-tones/photographs. For scanned images, the scanning resolution (at final image size, see above for a guide to sizes) should be as follows to ensure adequate reproduction: lineart, >800 d.p.i.; half-tones, >300 d.p.i. Figures containing both halftone and line images, >600 d.p.i. The following programs can be used to create TIFF files: Adobe Photoshop 4.0 and above, Adobe Illustrator 9.0 and GraphPad Prism 3. Other programs may also be able to create TIFF files - use the SAVE AS or EXPORT functions.
- Black and white images should be supplied as 'grayscale'; colour images should be supplied as CMYK.
- Multipart figures should be supplied in the final layout in one file, labelled as (A), (B) etc
- Supply figures at final size widths if possible: 19 picas (single column) or 40 picas (double column)
- Use sans serif, true-type fonts for labels if possible, preferably Arial or Helvetica, or Times (New) Roman if serif fonts required.
- Ensure all lines and lettering are clear.

Proofs

The corresponding author will receive an email alert containing a link to a web site. A working e-mail address must therefore be provided for the corresponding author. The proof can be downloaded as a PDF (portable document format) file from this site. Acrobat Reader will be required in order to read this file. This software can be downloaded (free of charge) from the following web site: <http://www.adobe.com/products/acrobat/readstep2.html>. This will enable the file to be opened, read on screen and printed out in order for any corrections to be added. Further instructions will be sent with the proof. Hard copy proofs will be posted if no e-mail address is available. Excessive changes made by the author in the proofs, excluding typesetting errors, will be charged separately.

Top 



ISSN 00474-0276
versão impressa

INSTRUÇÕES AOS AUTORES

- Objetivos e política editorial
- Formato e estilo
- Checklist para os manuscritos

Objetivos e política editorial

As **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz** são uma revista multidisciplinar que publica pesquisas originais relativas aos campos da medicina tropical (incluindo patologia, epidemiologia de campo e estudos clínicos), parasitologia médica e veterinária (protozoologia, helmintologia, entomologia e malacologia) e microbiologia médica (virologia, bacteriologia e micologia). A revista aceita, especialmente, pesquisas básicas e aplicadas em bioquímica, imunologia, biologia molecular e celular, fisiologia, farmacologia e genética relacionada a essas áreas. Comunicações breves são também consideradas. Artigos de revisão só quando solicitados. Ocasionalmente, trabalhos apresentados em simpósios ou congressos são aparecem como suplementos.

Os artigos apresentados devem ser escritos preferencialmente em inglês. Quando neste idioma, devem ser checados por alguém que tenha o inglês como primeira língua e que, preferencialmente, seja um cientista da área.

A submissão de um manuscrito às **Memórias** requer que este não tenha sido publicado anteriormente (exceto na forma de resumo) e que não esteja sendo considerado para publicação por outra revista. A veracidade das informações e das citações bibliográficas é de responsabilidade exclusiva dos autores.

Os manuscritos serão analisados por pelo menos dois pareceristas a aprovação dos trabalhos será baseada no conteúdo científico e na apresentação.

Todo o material deve ser enviado para a Produção Editorial, **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Av. Brasil 4365, Pavilhão Mourisco, sala 308, 21045-900 Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

Os manuscritos que não estiverem de acordo com estas instruções serão imediatamente devolvidos.

Ao encaminhar um manuscrito para a revista, os autores devem estar cientes de que, se aprovado para publicação, o copyright do artigo, incluindo os direitos de reprodução em todas as mídias e formatos, deverá ser concedido exclusivamente para as **Memórias**. A revista não recusará as solicitações legítimas dos autores para reproduzir seus trabalhos.

Favor providenciar e checar cada item abaixo antes de submeter seu manuscrito para as **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**:

- Carta de submissão do trabalho, assinada por todos os autores, especificando o autor de contato, bem como endereço, telefone, fax e e-mail.
- Quatro cópias completas do artigo, incluindo as ilustrações e um disquete contendo o texto, tabelas, gráficos e fotografias digitalizadas.
- O manuscrito (incluindo tabelas e referências) deve ser preparado em um software para edição de textos, em espaço duplo, fonte 12, impresso em papel padrão e paginado. As margens devem ser de pelo menos 3 cm.
- A seqüência do artigo deve ser: **título resumido** (com até 40 caracteres - letras e espaços), **título** (com até 250 caracteres), **autores** (sem títulos ou graduação), **afiliação institucional** (endereço completo somente do autor correspondente), **resumo**, **palavras-chave**, **notas de rodapé** indicando a fonte de financiamento ou mudanças de endereço, **introdução**, **material e métodos**, **resultados**, **discussão**, **agradecimentos** (os mínimos necessários), **referências**, **tabelas** (fora do texto e com título), e **figuras** (com legendas em folha separada).
- Só as referências citadas no texto devem aparecer nas lista e devem seguir o estilo do Index Medicus. Se a referência for de artigo ainda não publicado, mas já aceito, deverá ser apresentada carta da revista que publicará o manuscrito ou de outros autores autorizando a referida citação.

Para maiores informações sobre o formato e o estilo da revista, favor consultar um número recente da Revista ou entrar em contato com a Editoria Científica pelo telefone (+55-21-2598.4335), fax (+55-21-2561.1442 / 2280-5048), ou e-mail (memorias@fiocruz.br / memorias@ioc.fiocruz.br)

Formato e estilo

O manuscrito deve ser organizado de acordo com a seguinte ordem: título corrente, título, nomes dos autores, afiliações institucionais, resumo, palavras-chave, introdução, materiais e métodos, resultados, discussão, agradecimentos e referências. Patrocínios devem ser mencionados em nota de rodapé na primeira página.

Resumo: Com até 200 palavras (100 palavras no caso de comunicações breves), o resumo deve apresentar os objetivos do estudo ou pesquisa, seus procedimentos básicos (seleção dos temas de estudo ou animais de laboratório; métodos analíticos ou de observação), as principais descobertas ou resultados (oferecendo dados específicos e seu significado estatístico, se possível), e as principais conclusões. Deve enfatizar novos e importantes aspectos do estudo ou observações.

Palavras-chave: Devem ser fornecidos de 3 a 6 termos, de acordo com a lista Medical Subject Headings (Mesh) do *Index Medicus*.

Introdução: Deve determinar o propósito do estudo, oferecer um breve resumo (e não uma revisão de literatura) dos trabalhos anteriores relevantes, e especificar quais novos avanços foram

alcançados através da pesquisa. A introdução não deve incluir dados ou conclusões do trabalho em referência.

Materiais e métodos: Deve oferecer, de forma breve e clara, informações suficientes para permitir que o estudo seja repetido por outros pesquisadores. Técnicas padronizadas bastam ser referenciadas.

Ética: Ao descrever experimentos relacionados a temas humanos, indicar se os procedimentos seguidos estiveram de acordo com os padrões éticos do comitê responsável por experimentos humanos (institucional ou regional) e de acordo com a Declaração de Helsinki de 1975, revisada em 1983. Não citar os nomes ou iniciais dos pacientes ou registros de hospitais, especialmente nos materiais ilustrativos. Ao relatar experimentos em animais, indicar se diretrizes de conselhos de pesquisa institucionais ou nacionais, ou qualquer lei nacional relativa aos cuidados e ao uso de animais de laboratório foram seguidas.

Resultados: Devem oferecer uma descrição concisa das novas informações descobertas, com o mínimo julgamento pessoal. Não repetir no texto todos os dados contidos em tabelas e ilustrações.

Discussão: Deve limitar-se ao significado de novas informações e relacionar as novas descobertas ao conhecimento existente. Somente as citações indispensáveis devem ser incluídas.

Agradecimentos: Devem ser breves e concisos e se restringir ao absolutamente necessário.

Referências: Devem ser precisas. Somente as citações que aparecem no texto devem ser referenciadas. Trabalhos não publicados, a não ser os já aceitos para publicação, não devem ser citados. Trabalhos aceitos para publicação devem ser citados como "in press"; nesse caso, uma carta de aceitação da revista deverá ser fornecida. Dados não publicados devem ser citados somente no texto como "unpublished observations"; nesse caso, uma carta com a permissão do autor deve ser fornecida. As referências ao final do manuscrito devem ser organizadas em ordem alfabética de acordo com o sobrenome do primeiro autor.

Os títulos de revistas devem ser abreviados de acordo com o estilo usado no *Index Medicus*. Consultar a List of Journals Indexed no *Index Medicus* publicada no número de janeiro do *Index Medicus* ou no website <http://www.nlm.nih.gov/serials/lii.html>.

- No texto, usar o sobrenome dos autores e a data

Lutz (1910) ou (Lutz 1910)

Com dois autores, a forma é

(Lutz & Neiva 1912) ou Lutz and Neiva (1912)

Quando há mais que dois autores, somente o primeiro é mencionado:

Lutz et al. (1910) ou (Lutz et al. 1910)

No final do trabalho, usar os seguintes estilos

Artigo de revista

Chagas C, Villela E 1922. Forma cardíaca da tripanosomiase americana. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 14: 15-61.

Livro ou Tese

Morel CM 1983. *Genes and Antigens of Parasites. A Laboratory Manual*, 2nd ed., Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, xxii + 580 pp.

Capítulo de livro

Cruz OG 1911. The prophylaxis of malaria in central and southern Brasil. In R Ross, *The Prevention of Malaria*, John Murray, London. p. 390-398.

Ilustrações: As ilustrações devem ser limitadas ao mínimo necessário para exemplificar estruturas ou condições particulares, para sintetizar dados ou para registrar resultados quantitativos. Detalhes de resultados apresentados nessa forma não devem ser repetidos no texto. Figuras e tabelas devem ser compreensíveis sem a necessidade de referência ao texto.

- **Figuras** devem ser apresentadas em uma folha de mesmo tamanho que as do manuscrito. As fotografias devem ser bem nítidas, com alto contraste, ampliadas em preto e branco em papel brilhante. As fotografias e os desenhos devem ser marcados no verso com o nome do autor, o número da figura e uma seta indicando a parte de cima da ilustração. Se apresentadas lâminas, as figuras devem ser numeradas consecutivamente em algarismos arábicos. As escalas devem ser indicadas por uma linha ou barra na figura, e referenciadas, se necessário, na legenda (por exemplo, bar = 1 mm etc.). Lâminas e gráficos devem ajustar-se tanto em uma coluna (7 cm) ou na largura completa (14.5 cm) da página, e devem ser menores que a página para permitir a inclusão da legenda. As legendas devem ser encaminhadas em uma folha separada. As letras e números nas figuras devem ter tamanho legível após a redução ou a impressão. Ilustrações coloridas somente podem ser aceitas se os autores assumirem os custos. Por outro lado, uma fotografia colorida ilustra a capa de cada fascículo de **Memórias**, e os autores são convidados a submeter para consideração da revista ilustrações com legendas de seus manuscritos que poderão vir a ilustrar a capa sem custos para os autores.

- **Tabelas** devem complementar, e não duplicar, o texto. Elas devem ser numeradas em algarismos romanos. Um título breve e descritivo deve constar no alto de cada tabela, com quaisquer explicações ou notas de rodapé (identificadas com letras a, b, c etc.) colocadas abaixo.

Comunicações breves devem ser breves e diretas. Seu objetivo

é comunicar com rapidez resultados ou técnicas particulares. As comunicações não devem ocupar mais do que quatro páginas impressas, incluindo figuras e/ou tabelas. Não devem conter referências em excesso. As referências devem ser citadas no final do texto, usando o mesmo formato para artigos originais. Um resumo breve e três palavras-chave devem ser apresentados.

Formato alternativo: Os manuscritos podem ser submetidos seguindo os "Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals" produzidos pelo International Committee of Medical Journal Editors, também conhecidos como Vancouver Style. Nesse caso, os autores devem seguir as diretrizes da quinta edição (*Annals of Internal Medicine* 1997; 126: 36-47, ou no website <http://www.acponline.org/journals/resource/unifreqr/htm>), sendo responsáveis por modificar o manuscrito onde diferir das instruções aqui apresentadas, se o manuscrito for aceito para publicação. Os autores também deverão seguir os Uniform Requirements para quaisquer outras diretrizes omitidas nestas instruções.

Uma vez que um trabalho seja aceito para publicação, os autores devem enviar:

- um disquete contendo o texto completo da versão final aprovada do manuscrito (incluindo tabelas e gráficos), processado em um editor de texto como Word ou Word Perfect para Windows (formato Macintosh deverá ser convertido);

- uma declaração assinada por todos os autores afirmando que

- (i) todos os dados contidos no trabalho são precisos;
- (ii) todos os autores participaram do trabalho de forma substancial e estão preparados para assumir responsabilidade pública pelo seu conteúdo;
- (iii) o manuscrito ora apresentado a essa revista não está sendo publicado no todo ou em parte por outra revista, assim como não está sendo encaminhado para outra publicação. Autores de diferentes países ou instituições podem assinar em diferentes folhas que contenham a mesma declaração;

- uma declaração de copyright fornecida pela produção editorial da revista, assinada pelo autor responsável pela correspondência.

Taxas: A revista não cobra taxas para publicação

Provas: Serão enviadas provas tipográficas aos autores para a correção de erros de impressão. As provas devem retornar para a Produção Editorial na data estipulada. Outras mudanças no manuscrito original não serão aceitas nesta fase.

Separatas: Os autores receberão 30 separatas gratuitamente. Junto, um formulário de pedidos e uma lista de preços serão enviados aos autores, permitindo que novas separatas sejam solicitadas.

Checklist para os manuscritos

Os autores devem verificar cada um dos itens abaixo antes de enviar seus manuscritos a **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**.

- Incluir uma carta de apresentação assinada por todos os autores, junto com o manuscrito, especificando o nome do autor que será responsável pela correspondência, assim como endereço, números de telefone e fax, e e-mail.
- Enviar quatro cópias do manuscrito (original mais três cópias), cada uma acompanhada de um jogo completo de ilustrações.
- Todo o manuscrito (incluindo tabelas e referências) deve ser digitado em espaço duplo, usando fonte tamanho 12, e impresso em folhas de papel de tamanho padrão. Margens esquerdas e direitas devem ser de pelo menos 3 cm.
- As páginas devem ser numeradas a partir da página de rosto.
- A página de rosto deve incluir um cabeçalho com no máximo 40 letras e espaços, um título de no máximo três linhas impressas (250 letras e espaços), nomes dos autores (não citar títulos ou graus), afiliações institucionais, endereço completo do autor responsável pela correspondência, e notas de rodapé indicando as fontes de recursos financeiros e mudanças de endereço.
- A ordem de apresentação do material em todos os manuscritos deve ser a seguinte: cabeçalho, título, autores, afiliações institucionais, resumo, palavras-chave, notas de rodapé, introdução, materiais e métodos, resultados, discussão, agradecimentos, referências, tabelas, legendas para as figuras, e figuras.
- As referências devem ser citadas no texto entre parênteses, por exemplo, (Chagas 1909). As referências não citadas no texto não podem aparecer na seção de referências. As referências bibliográficas devem seguir o formato estabelecido pelo "Index Medicus and Biological Abstract" (veja exemplos em [Formato e estilo](#)).
- Se um trabalho não publicado de autoria de um dos autores do manuscrito for citado (ou seja, um artigo "in press"), será necessário incluir a carta de aceitação da revista que publicará o referido artigo.
- Se dados não publicados pertencentes a outros pesquisadores forem citados pelo manuscrito, será necessário incluir uma carta de autorização dos respectivos autores dos referidos dados.
- Incluir quatro impressões de cada figura em papel fotográfico ou produzidas por laser. Identificar todas as figuras com o nome do primeiro autor e o número da figura (por meio de uma etiqueta auto-adesiva datilografada e colada no verso da figura). Incluir uma legenda para cada figura. As legendas devem ser apresentadas em folha separada no final do manuscrito.
- As tabelas também devem ser apresentadas em folhas separadas no final do manuscrito. Um título breve e descritivo deve encabeçar cada tabela.

Para outras informações, consultar as **Instruções aos Autores** publicadas no primeiro número de cada volume da revista.