



Ministério da Saúde  
FIOCRUZ  
Fundação Oswaldo Cruz  
Instituto Oswaldo Cruz  
Curso de Especialização em Entomologia Médica

## **Colonização de mosquitos vetores do dengue em ambientes naturais no Rio de Janeiro**

**Daniel Cardoso Portela Câmara**

**Orientadoras**

**Nildimar Honório Rocha  
Claudia Torres Codeço**

**Rio de Janeiro  
2014**

**Daniel Cardoso Portela Câmara**

**Colonização de mosquitos vetores do dengue em ambientes naturais no Rio de Janeiro**

Monografia submetida como requisito parcial para obtenção do grau de especialista em Entomologia Médica, Curso de Especialização em Entomologia Médica, pelo Instituto Oswaldo Cruz/FIOCRUZ.

Rio de Janeiro, Brasil

Data: 27/08/2014

---

Assinatura do Aluno

---

Assinatura do Orientador

---

Assinatura do 2º Orientador (opcional)

## **Agradecimentos**

Às minhas queridas orientadoras, Nildimar Honório Rocha e Cláudia Torres Codeço, por serem duas das mais incríveis e fantásticas pessoas que já pude conhecer. Meus mais sinceros e abertos agradecimentos a vocês;

Aos coordenadores do curso de Especialização Médica, professores doutores Anthony Érico da Gama Guimarães e Rubens de Pinto Mello, e aos diversos professores do curso de Especialização Médica, muitos para poder citar aqui, os meus mais sinceros agradecimentos por ajudarem na construção de meu conhecimento durante o período de curso;

À toda equipe do NAPVE: Célio da Silva Pinel, Gláucio Pereira Rocha, Luciene Silva Pinheiro, Carmen Pinheiro, pela ajuda e apoio em todos os momentos e pelas excelentes pessoas que vocês são;

Às queridas amigas Thais Irene Souza Riback, Izabel Cristina dos Reis e Tamara Nunes de Lima Câmara, queridas amigas e exemplo de pessoas tanto na esfera pessoal quanto profissional, por todo o apoio, comentários e ajuda durante a elaboração desse trabalho;

Aos colegas e excelentes amigos e amigas que fiz durante os intensos meses de aula;

Ao meu querido pai, que nunca deixou de acreditar em mim e nunca me deixou esquecer do meu potencial e dos meus sonhos;

À minha família, por me acompanhar e apoiar em todos os momentos, tanto nos bons quanto nos ruins;

À minha amada mulher Alice, a quem admiro em todos os aspectos e agradeço por todo seu amor, apoio, carinho e amizade todos os dias de nossas vidas;

## Resumo

*Aedes aegypti* (L.) é o principal vetor do dengue no Brasil e um dos mosquitos mais comuns encontrados em associação com o homem em diversos locais do mundo, especialmente nas Américas. No entanto, a invasão do *Aedes albopictus* (Skuse) fez com que esse mosquito também se tornasse bastante comum, coexistindo com o *Ae. aegypti* em muitas áreas. Ambos compartilham hábitos e possuem biologias semelhantes, competindo pelos mesmos criadouros. No Brasil, onde o dengue é alvo de enormes campanhas de saúde pública, faz-se necessário intensificar a vigilância entomológica desses vetores. Este trabalho verificou como se dá a colonização por culicídeos de criadouros artificiais dispostos em uma área de bosque urbano, sob a forma do monitoramento da produtividade de pupas. O trabalho foi realizado em uma área de cobertura vegetal, próxima a uma comunidade densamente povoada. Foram distribuídos, de maneira aleatória, 45 vasos de plástico escuros contendo 1 litro de água filtrada, os quais permaneceram 30 dias em campo, sem intervenção humana. Recursos foram obtidos sob a forma de detritos que caíram naturalmente nos vasos, os quais permaneceram expostos à intervenção climática. Os vasos foram colonizados por quatro espécies de mosquitos: *Ae. albopictus* foi o mais abundante (524 pupas), seguido por *Limatus durhamii* (Theobald) (34 pupas), *Ochlerotatus scapularis* (Rondani) (30 pupas), enquanto *Ae. aegypti* foi o menos encontrado (4 pupas). A produtividade de pupas se manteve constante durante todo o período do estudo, e 9 dos 45 vasos foram colonizados por pelo menos duas espécies. *Aedes albopictus* ocorreu em 7 vasos com *Li. durhamii*, em 1 vaso com *Oc. scapularis* e em 1 vaso com *Li. durhamii* e *Oc. scapularis*. Também se observou um comportamento incomum de *Oc. scapularis* em colonizar recipientes artificiais. Os resultados apontam para a importância de manter vigilância em áreas naturais, uma vez que a produtividade de pupas de mosquitos de importância sanitária nesses locais pode passar despercebida pelas autoridades de saúde.

**Palavras-chave:** 1. *Aedes aegypti*. 2. *Aedes albopictus*. 3. Colonização de criadouros artificiais. 4. Produtividade de pupas. 5. Ecologia de culicídeos.

## SUMÁRIO

<b>Tópico</b>	<b>Página</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b>	1
1.1 Sistemática e Taxonomia	1
1.1.2 Classificação	2
1.1.3 Família Culicidae	2
1.1.4 Subfamília Culicinae	4
1.1.5 Gênero <i>Aedes</i> (Meigen, 1818)	4
1.1.6 Subgênero <i>Stegomyia</i> (Theobald, 1901)	5
1.2 Dengue	6
1.3 Biologia e ecologia dos vetores do dengue	8
1.3.1 <i>Aedes aegypti</i> (Linnaeus, 1762)	8
1.3.2 <i>Aedes albopictus</i> (Skuse, 1894)	11
1.4 Interações ecológicas entre <i>Ae. aegypti</i> e <i>Ae. albopictus</i>	14
1.5 Monitoramento de <i>Aedes aegypti</i> através do índice de produtividade de pupas	16
<b>2. OBJETIVOS</b>	19
2.1 Objetivo Geral	19
2.2 Objetivos Específicos	19
<b>3. METODOLOGIA</b>	20
3.1 Área de estudo	20
3.2 Dados ambientais	22
3.3 Desenho de estudo	22
<b>4. RESULTADOS</b>	26
4.1 Dados ambientais e volume de água dos vasos	26
4.2 Produtividade diária e total de pupas	27
4.3 Padrões de colonização por uma única espécie e por duas ou mais espécies de culicídeos	32
4.3.1 Vasos colonizados por <i>Ae. albopictus</i> e <i>Li. durhamii</i>	33
4.3.2 Vasos colonizados por <i>Ae. albopictus</i> e <i>Oc. scapularis</i>	35
4.3.3 Vasos colonizados por <i>Ae. albopictus</i> , <i>Oc. scapularis</i> e <i>Li. durhamii</i>	35
<b>5. DISCUSSÃO</b>	37
5.1 Produtividade diária e total de pupas	37
5.2 Padrões de colonização coespecífica e heteroespecífica	38
5.2.1 Vasos colonizados por <i>Ae. albopictus</i> e <i>Li. durhamii</i>	38
5.2.2 Vasos colonizados por <i>Ae. albopictus</i> e <i>Oc. scapularis</i>	39
5.2.3 Vasos colonizados por <i>Ae. albopictus</i> , <i>Oc. scapularis</i> e <i>Li. durhamii</i>	41
<b>6. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	43
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	46

# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1 Sistemática e Taxonomia

Tendo em vista a enorme diversidade de seres vivos compreendidos na biosfera, tornou-se tarefa de enorme importância organizá-la de maneira satisfatória, através da classificação desses seres de maneira hierárquica. A taxonomia é a teoria e a prática da descrição e da identificação dos seres vivos, uma ciência agregada em outra, a sistemática, cujo alvo é o estudo da diversidade de seres vivos e das relações entre eles (Triplehorn & Johnson 2011). A sistemática forma a base para todas as outras disciplinas da área biológica, cuja unidade fundamental de estudo é a espécie. O conceito biológico de espécie considera esta como um grupo de indivíduos ou populações na natureza que (i) são capazes de cruzar entre si e produzir uma prole fértil e que (ii) em condições naturais, são reprodutivamente isolados de outros grupos, isto é, incapazes de cruzar com estes (Triplehorn & Johnson 2011).

A taxonomia agrupa os seres em grupos de organismos vivos individualizados, ou seja, capazes de serem distinguidos de outros. Um grupo recebe o nome de *táxon* (com o plural *taxa*) e, assim, ocupa um nível no sistema de classificação, o qual se chama categoria taxonômica. Tais categorias organizam-se hierarquicamente em sete divisões de sucessão taxonômica, reconhecidas amplamente na zoologia: (i) Reino, (ii) Filo, (iii) Classe, (iv) Ordem, (v) Família, (vi) Gênero e (vii) Espécie (Triplehorn & Johnson 2011). O grau de complexidade dos conhecimentos alcançados em determinado grupo estudado permite a adição de outras numerosas categorias facultativas, criadas através da adição de prefixos aos nomes das categorias, como, por exemplo, superfamília ou subgênero. O termo facultativo apresenta-se de maneira a explicitar o fato de que nem todos os *taxa* apresentam essas outras categorias em seu sistema taxonômico, ao contrário do que ocorre com as sete supracitadas, consideradas como principais e utilizadas obrigatoriamente. Por tratar-se de um sistema hierárquico, entende-se que um nível possui todas as características do nível anterior, adicionada de uma ou mais particulares, permitindo sua individualização.

A entomologia, como um todo, é a ciência de estudo dos membros do filo Arthropoda, os artrópodes, apesar de muitas vezes o termo estar restrito ao estudo dos insetos. Dentre as subdivisões encontradas nessa ciência, encontram-se a entomologia agrícola, a entomologia veterinária e a entomologia médica, cada qual estudando os insetos de importância nos referidos campos. A classe Hexapoda (Insecta) é a mais numerosa classe animal, contando com mais de 800 mil espécies descritas atualmente, perfazendo, por si só, mais de 60% dos seres vivos conhecidos na biosfera (Triplehorn & Johnson 2011). Devido ao enorme número de espécies que cada ordem dessa classe pode ter, muitas vezes torna-se necessário direcionar o foco dos estudos entomológicos para determinadas famílias. Com o sucessivo acúmulo de conhecimentos científicos ao longo do tempo, a tendência de especialização das ciências levou, recentemente, ao cunho de termos para designar o estudo de certos grupos de insetos. Os mosquitos, nome popular para os membros da família Culicidae, são estudados no campo da ciência conhecida como culicidologia, que também tem como foco a relação destes insetos com o homem, principalmente no que tange os processos saúde-doença (Forattini 1996).

### **1.1.2 Classificação**

A sistemática e a taxonomia são ciências com amplas discussões e debates, muitas vezes onde cada grupo ou escola de pesquisa segue uma linha própria. De modo a estabelecer um critério, a classificação utilizada para os mosquitos-alvo do estudo nesse trabalho seguirá a apresentada por Consoli & Lourenço-de-Oliveira (1994), Forattini (1996 e 2002) e Triplehorn e Johnson (2011). Abaixo, serão abordados os táxons aos quais pertencem os culicídeos coletados durante o período de realização deste estudo, com ênfase em dois importantes vetores do dengue: o *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*.

### **1.1.3 Família Culicidae**

Essa numerosa família distingue-se das demais que integram a ordem Diptera pela presença de escamas nas veias alares, caráter ausente mesmo nas famílias mais próximas. Suas antenas são longas, possuindo entre 15 e 16 segmentos e não possuem ocelos. Os membros da ordem Diptera, e

consequentemente da família Culicidae, caracterizam-se por seu ciclo holometábolo de vida, também conhecido como ciclo de metamorfose completa, que se inicia de um ovo, prossegue por quatro estádios larvais, pupa, até finalmente gerar um adulto.

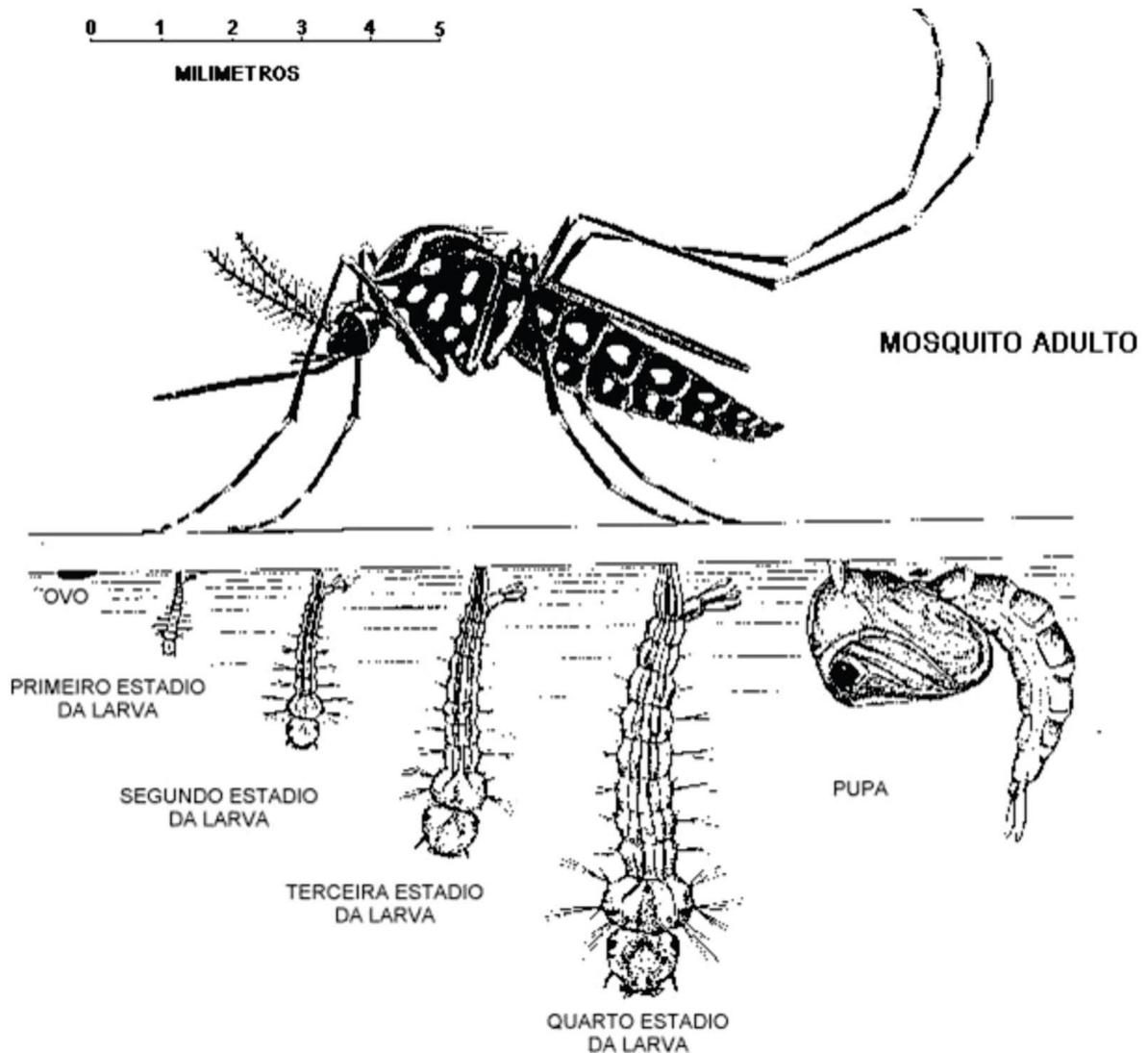


Figura 1.1: Ilustração esquemática sobre o ciclo de vida holometábolo dos culicídeos, iniciando-se com o ovo, passando por quatro estádios larvais, pupa até a emergência do adulto. Fonte: [www.dengue.org.br](http://www.dengue.org.br)

Os ovos apresentam-se com formato oval ou elíptico, podendo ou não possuir projeções laterais denominadas flutuadores, depositados isoladamente ou em conjunto. As formas larvais dessa família são aquáticas e de vida livre, de aspecto vermiforme e distintamente dividido em uma cabeça globosa, dotada de antenas e peças bucais desenvolvidas, um tórax igualmente globoso

e abdômen semicilíndrico. Respiram ar atmosférico, principalmente através de um sifão respiratório, de maneira que adquirem posição perpendicular à superfície da água, com exceção das larvas da subfamília Anophelinae, cuja respiração se dá por meio de placas espiraculares na extremidade posterior do corpo, o que lhes deixam em posição paralela à superfície da água. As pupas, igualmente aquáticas e de vida livre, mostram-se extremamente ativas quando perturbadas, com corpo em formato de vírgula, dividido em cefalotórax e abdômen. Durante o estágio de pupa, o mosquito não se alimenta, mas respira, realizando essa atividade por meio de trombetas respiratórias localizadas no cefalotórax (Consoli & Lourenço-de-Oliveira 1994, Forattini 1996, Triplehorn & Johnson 2011).

A família Culicidae divide-se em duas subfamílias: Anophelinae e Culicinae, esta na qual estão incluídos as espécies de culicídeos coletados neste estudo.

#### **1.1.4 Subfamília Culicinae**

As fêmeas adultas dessa subfamília possuem palpos maxilares bem curtos e os machos adultos, na maioria das espécies, possuem palpos maxilares longos (havendo exceções). Quanto às formas imaturas, suas larvas possuem sifão respiratório, posicionando-se perpendicularmente ou em ângulo agudo em relação à superfície líquida, enquanto as pupas possuem trombetas respiratórias alongadas, geralmente cilíndricas. Os culicíneos adultos possuem a margem posterior do escutelo trilobada, com o primeiro tergito abdominal com escamas, ao passo que ambas as características são importantes para diferenciá-los dos anofelinos, estes possuindo a margem posterior do escutelo arredondada (com exceção do gênero *Chagasia*) e sem escamas no primeiro tergito abdominal (Consoli & Lourenço-de-Oliveira 1994, Forattini 1996).

Essa subfamília conta com diversas tribos, sete delas ocorrendo no Brasil, onde nos focaremos em Aedini, dentro da qual se encontra o gênero *Aedes*. Reinert (2000) em um enorme estudo utilizando caracteres de genitálias masculinas e femininas, além de diversos outros caracteres de larvas e pupas de mais de 65% das espécies conhecidas de *Aedes* dividiu este gênero em dois: *Aedes* (com 22 subgêneros) e *Ochlerotatus* (com 21 subgêneros) (Reinert

2000). Neste trabalho, adotaremos a nova classificação proposta por Reinert (2000).

#### **1.1.5 Gênero *Aedes* (Meigen, 1818)**

Os membros adultos pertencentes ao gênero *Aedes* caracterizam-se pela presença de cerdas pós-espiraculares, mesmo que em pequeno número, e a constante ausência das cerdas pré-espiraculares. As escamas das veias das asas mostram-se estreitas, e o final de seu abdômen é frequentemente afilado, pontudo, de modo que os últimos segmentos organizam-se de maneira telescópica, isto é, inseridos uns nos outros, com as cercas aparecendo de modo saliente (Consoli & Lourenço-de-Oliveira 1994). As fêmeas possuem palpos maxilares curtos e raramente ultrapassando a quarta parte do comprimento total da probóscide, com os machos apresentando certa variabilidade com o comprimento dos palpos, mas, raramente, ultrapassando a probóscide (Consoli & Lourenço-de-Oliveira 1994, Forattini 2002). Com frequência, a antena dos machos tem aspecto plumoso, enquanto as fêmeas possuem tal caráter com apresentação pilosa. Os ovos são desprovidos de flutuadores, ovipostos pelas fêmeas em superfície úmida próxima à água e separados uns dos outros. As larvas apresentam espiráculos respiratórios implantados na extremidade distal do sifão respiratório, este podendo ser curto ou longo.

#### **1.1.6 Subgênero *Stegomyia* (Theobald, 1901)**

O subgênero *Stegomyia* é proveniente do Velho Mundo, com adultos apresentando tórax pouco ou muito enegrecido, com frequente ornamentação proporcionada por escamas branco-prateadas. Em alguns casos, é possível distinguir desenhos formados por tais escamas no escudo. As pernas frequentemente mostram-se rajadas por manchas brancas, encontradas nos segmentos tarsais e às vezes no fêmur e tíbia (Consoli & Lourenço-de-Oliveira 1994). São mosquitos cujo desenvolvimento se dá em recipientes naturais, como buracos de árvores, bromélias, internódios de bambu, e em artificiais, estes progressivamente mais abundantes no ambiente devido a industrialização. As fêmeas possuem comportamento hematófago, com atividade predominantemente diurna (Consoli & Lourenço-de-Oliveira 1994).

Em tais criadouros, as fêmeas depositam seus ovos fora do meio líquido, às suas margens e em locais com a potencial capacidade de serem inundados. Os ovos, após desenvolvimento embrionário, sofrem quiescência, isto é, cessam suas atividades por período variável de tempo, até que as condições ambientais necessárias sejam atingidas para que haja a eclosão (como a submersão dos ovos em água e aumento da temperatura para níveis ótimos). Há de se salientar que em certas espécies, esse período pode estender-se por muitos meses de ausência de água e condições favoráveis, como é o caso de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus*. Dessa forma, os criadouros dessas espécies caracterizam-se por serem transitórios, com a flutuação do nível de água controlando a eclosão de ovos postos logo acima. Tendo em vista tais características, não é de se surpreender que a densidade populacional das espécies de *Stegomyia* seja altamente influenciável pela chuva, cujo aumento súbito é sempre precedido por épocas chuvosas (Consoli & Lourenço-de-Oliveira 1994).

## 1.2 Dengue

O dengue é atualmente considerado a mais importante arbovirose transmitida por mosquitos ao homem, em função da sua morbidade e mortalidade (Gubler & Kuno 1997). O dengue é endêmico em aproximadamente 112 países tropicais e subtropicais, com estimativas apontando para 390 milhões de casos anuais, sendo 96 milhões com manifestações clínicas aparentes (Gurugama et al. 2010, Bhatt et al. 2013).

Nas Américas, a urbanização descontrolada, invasão e proliferação de mosquitos vetores do gênero *Aedes* estão intimamente associadas com as epidemias de dengue (Tauil 2001). O dengue é caracterizado como uma doença infecciosa aguda causada por vírus (DENV), de genoma RNA, pertencente à família Flaviviridae e ao gênero *Flavivirus*. Quatro sorotipos antigenicamente distintos são responsáveis por frequentes surtos e epidemias de dengue em seres humanos, denominados DENV-1, DENV-2, DENV-3 e DENV-4 (Halstead 1988, 2008, Gubler 1998), apesar de sua similaridade epidemiológica.

Clinicamente, as manifestações variam de uma síndrome viral, inespecífica e benigna, até um quadro grave e fatal de choque. São fatores de

risco para casos graves: a cepa do sorotipo do vírus infectante, o estado imunitário e genético do paciente, a concomitância com outras doenças e a infecção prévia por outro sorotipo viral da doença (Tauil 2001). Os sorotipos do vírus do dengue estão presentes em vários países tropicais e subtropicais (Gubler & Kuno 1997) e são transmitidos aos seres humanos por fêmeas de mosquitos do gênero *Aedes*, principalmente *Ae. aegypti*, e em menor escala, *Ae. albopictus*.

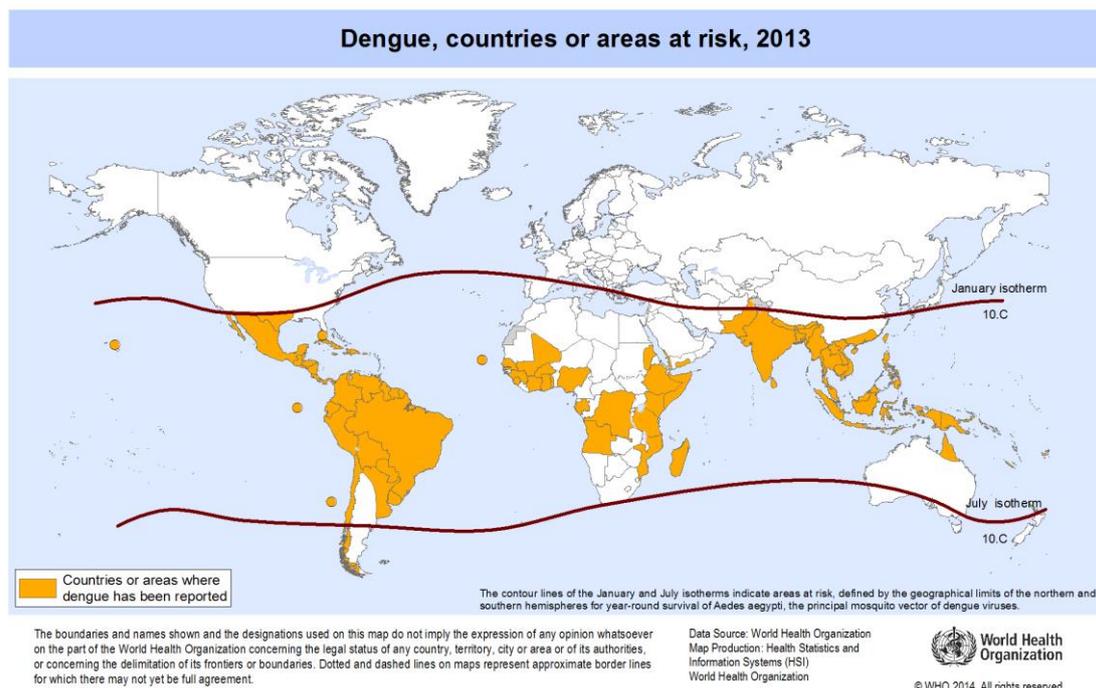


Figura 1.2: Mapa de risco para transmissão de dengue, englobando as zonas tropicais e subtropicais do globo terrestre. Fonte: <http://www.who.int/ith/en/>

A transmissão do vírus dengue ocorre através da picada de uma fêmea do mosquito infectada, num ciclo que envolve o homem → fêmea de *Ae. aegypti* → homem. Após um repasto sanguíneo em um hospedeiro humano em período virêmico, cuja duração vai de um dia antes do início do quadro febril até o sexto dia da doença, o mosquito estará apto a transmitir o vírus após um período de incubação extrínseca. Esta se completa entre 8 e 12 dias, sendo o período necessário para o vírus extravasar o trato digestivo do mosquito vetor e alcançar suas glândulas salivares. Nunca foi descrita em literatura a

transmissão por contato direto de um doente ou suas secreções com uma pessoa sadia, nem por fontes de água ou alimento (Ministério da Saúde 2010).

Fêmeas infectadas com o vírus dengue possuem a capacidade de transmiti-lo para seus descendentes num processo conhecido como transmissão transovariana. Ovos ainda na fêmea podem ser infectados pelo vírus, dando origem a uma prole que já nasce infectada. A transmissão transovariana já foi detectada na natureza (Khin & Than 1983, Hull et al. 1984) e já foi demonstrado em laboratório que essa transmissão pode persistir em nível estável por, pelo menos, sete gerações (Joshi et al. 2002). Apesar da importância da manutenção do vírus na natureza através da transmissão transovariana, existe uma baixa frequência de encontro de larvas infectadas em campo, discutindo-se de que talvez sua manutenção se dê através da picada de fêmeas em hospedeiros infectados (Zeidler et al. 2008).

No Rio de Janeiro, atualmente, co-circulam os sorotipos DENV-1, DENV-2, DENV-3 e DENV-4, o que reforça este estado como o mais receptivo para introdução e disseminação de sorotipos de dengue no Brasil (De Simone et al. 2004, Nogueira et al. 2005, 2007).

### **1.3 Biologia e ecologia dos vetores do dengue**

*Aedes aegypti* e *Ae. albopictus* pertencem ao subgênero *Stegomyia*, natural do Velho Mundo, particularmente das regiões zoogeográficas Etiópica e Oriental. No entanto, ambos *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* invadiram países fora de sua distribuição zoogeográfica original, incluindo o Brasil, graças ao desenvolvimento e expansão de rotas comerciais (Lounibos 2002). De fato, a ocupação de criadouros artificiais, transporte passivo facilitado por deslocamentos humanos e a proximidade com as habitações humanas facilitaram a expansão na distribuição mundial desses mosquitos, os quais passaram a ocupar os mesmos nichos, caracterizando essas espécies como simpátricas (Lounibos 2002, Juliano & Lounibos 2005).

#### **1.3.1 *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762)**

*Aedes aegypti* é um mosquito cosmopolita, amplamente distribuído nas regiões tropicais e subtropicais, entre os paralelos de latitude norte 45° e latitude sul 40°. Nessas regiões, comumente, esse mosquito mostra uma

distribuição descontinuada, uma vez que sua dispersão foi realizada de forma passiva pelo homem (Consoli & Lourenço-de-Oliveira 1994). No novo mundo, a teoria mais aceita aponta que o *Ae. aegypti* foi introduzido no período colonial, provavelmente por meio de navios de escravos (Lounibos 2002). Devido à sua importância como vetor da febre amarela urbana, foi intensamente combatido durante a primeira metade do século XX, tendo sido considerado erradicado do país em 1955. Mas, após sucessivas reinfestações ao longo do tempo, o vetor hoje se encontra estabelecido nos 26 estados da federação e no Distrito Federal, coincidindo com a distribuição de casos de dengue no país (Braga & Valle 2007).



Figura 1.3: Exemplar de *Aedes (Stegomyia) aegypti* (L.) montado em alfinete entomológico.  
Fonte: <http://www.wrbu.org/>

No Brasil, a distribuição e frequência de *Ae. aegypti* está associada a ambientes alterados pelo homem, condição que o caracteriza essencialmente

como um mosquito do peridomicílio e domicílio humano. Por conseguinte, apresenta-se como uma espécie muito abundante em áreas urbanas e suburbanas, onde há elevada concentração populacional humana, grande concentração de casas e baixa cobertura vegetal (Braks et al. 2003, Lima-Camara et al. 2006). De fato, estudos conduzidos na Floresta da Tijuca, Rio de Janeiro, e em Buenos Aires, Argentina, mostram uma tendência do *Ae. aegypti* em concentrar-se perto de habitações humanas, relacionando esta espécie com a urbanização do ambiente onde se encontra (Lourenço-de-Oliveira et al. 2004, Carbajo et al. 2006).

O *Ae. aegypti* está adaptado ao convívio com o homem, reproduzindo-se no ambiente doméstico e peridoméstico, utilizando recipientes capazes de armazenar água, estes facilmente encontrados em lixo das grandes cidades (Tauil 2001). Observa-se o encontro deste culicídeo em diversos criadouros disponíveis nas grandes cidades brasileiras, indo desde pequenos recipientes descartáveis até reservatórios de água de caráter permanente. No entanto, enquanto muitos destes criadouros são produtivos, apenas alguns possuem real importância na produtividade de adultos, sendo responsáveis pela manutenção das populações de *Ae. aegypti* em âmbito local (Pilger et al. 2011). A proliferação do mosquito ocorre preferencialmente em criadouros onde a água armazenada possui matéria orgânica e é pobre em salinidade, protegidos da incidência direta do sol, preferencialmente os de paredes e fundos escuros (Tun-Lin et al. 2000). Importante observar que a infestação de *Ae. aegypti* é extremamente dinâmica e heterogênea, tanto temporal quanto espacialmente, obedecendo aos padrões de disponibilidade de criadouros nos locais onde se encontra (Maciel-de-Freitas et al. 2007). Dessa maneira, duas áreas dentro de uma mesma região podem exibir diferentes padrões de infestação de criadouros, o que deve ser levado em conta durante ações de controle vetorial (Maciel-de-Freitas et al. 2007, Pilger et al. 2011).

Quanto as variáveis climáticas, observa-se a relação entre o aumento da densidade populacional desse mosquito com o aumento da pluviosidade, e a capacidade em manter uma população estável nas estações menos chuvosas por meio de criadouros semipermanentes e independentes de chuvas (MacKay et al. 2009). Temperaturas mais altas também influenciam as populações de

*Ae. aegypti*, onde observa-se uma relação inversa entre temperatura e tempo de desenvolvimento (Barrera et al. 2011).

Os hábitos do *Ae. aegypti* são diurnos, com aumento da atividade hematofágica próximo e durante os crepúsculos, sendo o mais comum mosquito encontrado no domicílio junto com *Culex quinquefasciatus*. É um mosquito extremamente antropofílico e adaptado ao convívio com o homem, capaz de interromper o repasto sanguíneo ao menor movimento da vítima, retornando ou procurando novo alvo quando o perigo cessa (Consoli & Lourenço-de-Oliveira 1994). Tal estratégia demonstra ter enorme importância epidemiológica, uma vez que uma fêmea infectada buscando sua saciedade pode picar e infectar mais de um hospedeiro (Lourenço-de-Oliveira 2005).

A desova não é feita diretamente na superfície da água e, sim, em substratos úmidos e de aspecto rugoso ou áspero próximos à ela, e os ovos são resistentes à dessecação, podendo eclodir depois de meses após se completar o período embrionário. Além disso, as fêmeas fazem voos exploratórios e distribuem os ovos desenvolvidos em vários criadouros, comportamento conhecido como oviposição em saltos, ou *skip-oviposition*. Com efeito, tem-se verificado que fêmeas grávidas são, de certa forma, atraídas por depósitos que contenham desovas coespecíficas e aglomeram-se em locais onde há maior concentração de criadouros de grande porte, perenes e produtivos (Corbet & Chadee 1993, Scott et al. 2000).

### **1.3.2 *Aedes albopictus* (Skuse, 1894)**

A recente introdução do *Ae. albopictus* nas Américas (Sprenger & Wuithiranyagool 1986) e no Brasil (Forattini 1986) tem sido alvo de intensos estudos ecológicos, no que diz respeito a sua capacidade de competir e deslocar espécies nativas (Juliano 1998, Braks et al. 2004, Juliano et al. 2004). Originário da Ásia acredita-se que sua introdução em nosso território se deu através de navios oriundos do Japão, onde seus ovos resistentes à dessecação aguardavam as condições necessárias para eclodir (Hawley 1988). Atualmente, o *Ae. albopictus* encontra-se disseminado por diversas regiões biogeográficas, num processo de dispersão mundial relativamente semelhante ao promulgado pelo *Ae. aegypti* séculos atrás.

Há considerável preocupação com relação à expansão do *Ae. albopictus*, tendo em vista que este mosquito é transmissor natural do dengue em um limitado número de países na Ásia onde *Ae. aegypti* não é encontrado, além de potencial e competente transmissor para mais de 22 arbovírus (Gratz 2004). O estabelecimento de populações de *Ae. albopictus* em diversos países da Europa, juntamente com um surto de vírus chikungunya nas ilhas do Oceano Índico, entre 2005-2006, e na Itália, em 2007, levou a um enorme estudo multicêntrico, culminando no desenvolvimento de mapas de risco sobre a expansão de *Ae. albopictus* no continente europeu (ECDC 2009).



Figura 1.3: Exemplar de *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Skuse) montado em alfinete entomológico. Fonte: <http://www.wrbu.org/>

Assim como *Ae. aegypti*, o *Ae. albopictus* é encontrado em áreas tropicais e subtropicais, tendo maior tolerância às temperaturas mais baixas do que o *Ae. aegypti* (Hawley 1988, Chang et al. 2007). Após sua introdução no Brasil na década de 1980, com encontro nos estados de Minas Gerais e Rio de Janeiro, aos poucos invadiu estados vizinhos, como Espírito Santo e São Paulo (Gomes & Marques 1988, Consoli & Lourenço-de-Oliveira 1994). Assim como para a espécie precedente, este mosquito apresenta sua distribuição associada à presença humana, de maneira igualmente salpicada e descontinuada (Consoli & Lourenço-de-Oliveira 1994). Porém, *Ae. albopictus* demonstra facilidade em dispersar-se por ambientes semi-silvestres, silvestres e rurais, com maior frequência nos locais de menor concentração humana e maior cobertura vegetal (Hawley 1988, Braks et al. 2003, Lima-Camara et al. 2006). Florestas urbanas em grandes cidades podem servir como refúgio para a espécie, o que causa preocupação no que tange à possibilidade deste mosquito servir como ponte de transmissão de vírus restritos a ambientes silvestres, como, por exemplo, a Febre Amarela (Lourenço-de-Oliveira et al. 2004, Gratz 2004).

Embora suas desovas também sejam feitas em criadouros artificiais, tais como os já citados para *Ae. aegypti*, as formas imaturas de *Ae. albopictus* são encontradas em uma maior variedade de depósitos, incluindo os naturais, que vão desde bromélias e cascas de frutas até internódios de bambu e buracos de árvore, situados do peridomicílio até longas distâncias em matas secundárias (Lourenço-de-Oliveira et al. 2004), apresentando, assim, ampla valência ecológica.

Nos demais aspectos concernentes à biologia do *Ae. albopictus*, observa-se bastante semelhança com o *Ae. aegypti*. Os hábitos hematofágicos são diurnos, com picos em ambos os crepúsculos, com grande ecletismo quanto à escolha de hospedeiros para alimentação, porém, sendo o homem e aves os mais frequentes (Hawley 1988). O *Ae. albopictus*, ao contrário do *Ae. aegypti*, demonstra comportamento mais exofágico, isto é, realizando o repasto sanguíneo no peri e extradomicílio, e repousando também no exterior das residências humanas (Hawley 1988, Lima-Camara et al. 2006). Quanto à sua densidade populacional, esta também exhibe aumento considerável durante épocas quentes e chuvosas (Chang et al. 2007).

No Brasil, foi demonstrado, em condições de laboratório, que populações deste mosquito podem se infectar com o vírus dengue e transmiti-lo (Miller & Ballinger 1988, Lourenço-de-Oliveira et al. 2003). O *Ae. albopictus* já foi encontrado infectado com o vírus dengue em ambiente natural (Serufo et al. 1993, Ibañez-Bernal et al. 1997, Mendez et al. 2006). No entanto, ainda não se associou a transmissão de dengue por *Ae. albopictus* no Brasil (Degallier et al. 2003), sendo o *Ae. aegypti* o seu único vetor reconhecido.

#### **1.4 Interações ecológicas entre *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus***

Interações bióticas envolvendo larvas de mosquitos são dependentes de contexto ecológico, com os efeitos dessas interações em populações sendo alterados por condições ecológicas diversas (ambientais, como temperatura e pluviosidade, bióticas, como presença de predadores e competidores, dentre outras). Dessa maneira, os impactos dessas interações mudam conforme variam o tamanho e durabilidade de criadouros (Juliano 2009). Compreender as interações entre espécies envolvendo larvas de mosquitos é algo de grande importância para o melhor entendimento da epidemiologia de patógenos transmitidos por mosquitos. Para isso, primeiramente é necessário situar-se sobre o contexto ecológico em comunidades aquáticas onde se desenvolvem as fases imaturas de mosquitos. Os criadouros podem ser divididos basicamente em duas categorias de habitat: recipientes (naturais, como ocos de árvores, bromélias, internódios de bambus, recipientes artificiais e outros de característica transitória) e coleções hídricas (açudes, igarapés, charcos, margens de lagos, regiões inundadas, e outros locais permanentemente ocupados por água) (Juliano 2009).

Verifica-se que populações de mosquitos são limitadas por predação, cuja intensidade varia de acordo com o tamanho do habitat (Sunahara et al. 2002). Criadouros de pequeno porte, pelo pequeno espaço, transitoriedade e volume de água inconstante (por isso, efêmeros), dificilmente possuem características necessárias para que se estabeleçam organismos predatórios de maior porte (especialmente peixes). Dessa maneira, os organismos aquáticos que neles habitam precisam desenvolver-se depressa, e essas populações estão mais limitadas pela disponibilidade de recursos do que por predação (Sunahara et al. 2002, Juliano 2009). Conforme o tamanho e

estabilidade temporal em um corpo d'água aumentam (significando uma menor probabilidade de este secar), observa-se o surgimento de espécies predadoras mais vorazes e duradouras, estas adaptadas conforme varia o gradiente de permanência do corpo d'água no ambiente, levando os organismos aquáticos que lá habitam a desenvolver estratégias das mais variadas para atingir a fase adulta (Wellborn et al. 1996, Sunahara et al. 2002, Juliano 2009). Essa visão de ambientes aquáticos leva aos conceitos de que competição interespecífica por recursos deve controlar a estrutura de comunidades de mosquitos em criadouros efêmeros, enquanto a predação deve ser a responsável por tal controle em corpos d'água permanentes (Juliano 2009).

Como verificado em tópicos anteriores, *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* são consideradas espécies simpátricas, que se desenvolvem em criadouros similares, principalmente em recipientes artificiais desenvolvidos pelo homem e distribuídos amplamente em áreas urbanas e suburbanas. A recente introdução do *Ae. albopictus* no continente americano gerou grande interesse por parte de investigadores norte americanos, inclinados a estudar sua interação com mosquitos nativos, particularmente *Ae. triseriatus* e *Ae. aegypti* (Black et al. 1989, Livdahl & Willey 1991, Novak et al. 1993, Barrera 1996, Juliano 1998). Foi observada uma rápida expansão de *Ae. albopictus* no sul dos EUA e em algumas áreas urbanas ao norte, além de uma forte correlação entre a expansão do *Ae. albopictus* e diminuição de *Ae. aegypti* em alguns locais da Flórida (O'Meara et al. 1995). Observou-se que a presença de *Ae. albopictus* desloca populações de *Ae. aegypti* em áreas suburbanas e rurais, mas, curiosamente, a introdução de *Ae. albopictus* em locais urbanos não diminui a população de *Ae. aegypti*, este permanecendo como a espécie dominante (Juliano et al. 2004).

De modo a verificar a hipótese de que a competição interespecífica era a responsável pelo deslocamento de populações de *Ae. aegypti* por *Ae. albopictus* nos EUA, experimentos foram realizados e demonstraram que esse mecanismo de fato era a mais provável causa das populações de *Ae. aegypti* estarem diminuindo e até mesmo desaparecendo após a introdução de *Ae. albopictus* (Barrera 1996, Juliano 1998). Em experimento similar, os autores demonstraram novamente um forte efeito competitivo de *Ae. albopictus* em *Ae. aegypti*, mas não conseguiram apontar correlação entre a variação na

persistência de *Ae. aegypti* em algumas áreas (onde não foi deslocado ou mesmo manteve-se como principal espécie) com variações nas condições dos ambientes aquáticos de recipientes (Juliano et al. 2004). Resultados similares foram observados em estudo similar realizado no Rio de Janeiro, mostrando também clara vantagem competitiva de *Ae. albopictus* sobre *Ae. aegypti* em condições de campo (Braks et al. 2004). Dessa maneira, a explicação atual mais aceita para o deslocamento de *Ae. aegypti* por *Ae. albopictus* é a competição interespecífica por recursos no estágio larval. No entanto, pela escassez de trabalhos de campo para avaliar os efeitos dessa competição no Brasil, é necessária a realização de mais investigações (Braks et al. 2004).

### **1.5 Monitoramento de *Aedes aegypti* através do índice de produtividade de pupas**

Tendo em vista que cerca de 80% das pupas de mosquitos *Aedes* conseguem chegar à fase adulta (Focks & Chadee 1997) e que os índices usados normalmente pelos serviços de saúde pública no Brasil não tendem a diferenciar larvas de pupas, parece ser razoável utilizar um índice para medir a produtividade de pupas em criadouros (Barrera et al. 2006, Seng et al. 2009, Pilger et al. 2011). A utilização de um índice de produtividade de pupas segue alguns princípios: é possível contar o número absoluto de pupas na maioria dos ambientes domésticos; pupas de *Ae. aegypti* ou *Ae. albopictus* são facilmente identificáveis; e a mortalidade de pupas é relativamente baixa, havendo forte correlação entre a produtividade de pupas e a abundância de adultos (Focks 2003). Dessa forma, é razoável inferir que para uma espécie de culicídeos ser capaz de colonizar com sucesso um criadouro, este deve ser capaz de produzir adultos.

O levantamento da produtividade, assim como outros índices de infestação utilizados no monitoramento do *Ae. aegypti* (Índice de Infestação Predial, Índice de Breteau, LIRAA), aguarda validação em campo (Barrera et al. 2006). Apesar de estudos apontarem para valores que podem refletir um alto risco de transmissão (Arunachalam et al. 2010, Pilger et al. 2011), é importante notar que baixos índices de infestação não indicam, necessariamente, baixo risco de transmissão (Focks & Chadee 1997).

De forma a estudar os índices de infestação atualmente propostos pelo Ministério da Saúde, um estudo de campo envolvendo uma equipe de vigilância entomológica foi realizado em Goiânia (Pilger et al. 2011). Foi demonstrado que a maior parte da produtividade de pupas de mosquitos mantinha-se restrita a apenas alguns tipos de criadouros, mesmo que outros se apresentassem mais frequentemente infestados por larvas, corroborando com achados anteriores (Barrera et al. 2006, Arunachalam et al. 2010).

Estudos de produtividade pupal devem ser realizados em nível local, ao invés de se estabelecer uma diretriz nacional ou mesmo global. Uma vez realizados dessa maneira, poderão ajudar a identificar os criadouros com maior produtividade de pupas e, assim, reduzir o tempo e o custo de ações de combate ao vetor (Barrera et al. 2006). O levantamento de produtividade pupal é demorado e trabalhoso, e uma equipe rigorosamente treinada e bem equipada pode dar conta de verificar depósitos de água que são, muitas vezes, deixados de lado pelas equipes de vigilância, devido à falta de equipamento e tempo (Pilger et al. 2011).

Reservatórios de água atípicos ou de difícil acesso podem ser responsáveis pela manutenção do vetor em áreas endêmicas. Uma vez tratados os criadouros mais comuns, populações de mosquitos em locais não tratados podem se estabilizar e manter a transmissão de dengue na área. Isso inclui criadouros abandonados em terrenos baldios ou em áreas de cobertura vegetal. Com efeito, *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* foram detectados no interior de uma floresta urbana no Rio de Janeiro, onde o primeiro permaneceu próximo a habitações humanas e o segundo se dispersou por longas distâncias no interior do ambiente natural (Lourenço-de-Oliveira et al. 2004).

O movimento de *Ae. albopictus* através de florestas ou bolsões arborizados dentro de grandes cidades pode resultar em transmissão de vírus restritos a ambientes naturais para populações humanas originalmente não expostas. Ao mesmo tempo, essas regiões arborizadas, mesmo não sendo o ambiente de encontro típico para *Ae. aegypti*, podem se tornar refúgio para este culicídeo, o que tornaria extremamente difícil quaisquer atividades de combate.

Esse estudo foi desenvolvido de forma a determinar o padrão de colonização de criadouros artificiais em um ambiente natural cercado por uma

área densamente povoada. A colonização foi verificada através do monitoramento diário da produção de pupas de culicídeos, a fim de identificar as principais espécies de mosquitos que frequentam criadouros artificiais no interior de bosques urbanos.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Determinar a colonização de *Aedes* e de outros culicídeos em criadouros artificiais em um bosque urbano cercado por uma comunidade densamente povoada.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Identificar diariamente a produtividade de pupas de *Ae. aegypti*, *Ae. albopictus* e outros culicídeos em criadouros artificiais expostos a condições naturais de campo;
- Verificar padrões de colonização por uma única espécie e/ou por duas ou mais espécies de culicídeos nos criadouros;

### 3. METODOLOGIA

#### 3.1 Área de estudo

O trabalho foi desenvolvido no Horto Florestal da Fundação Oswaldo Cruz (22,5°S, 43,1°O), na cidade do Rio de Janeiro, por trinta dias consecutivos (Figura 3.1). A área caracteriza-se por albergar a criação de diversas mudas, vasos e plantação de flores, arbustos e árvores dos mais variados tipos. O Horto Florestal possui uma área com elevada cobertura vegetal e outra com baixa cobertura (Figura 3.1). O interior da área possui trilhas de terra batida para a circulação de funcionários e ocasionais visitantes. O experimento foi realizado abrangendo desde o início da área coberta até o interior do bosque, compreendendo cerca de 75 metros de distância.



Figura 3.1: Fotografia aérea da área de estudo, mostrando os limites do horto florestal e sua proximidade com a comunidade do Amorim. Note como o Horto e a FIOCRUZ apresentam cobertura vegetal bastante representativa, enquanto a comunidade do Amorim se coloca como uma área densamente povoada.

O Horto possui um corpo de funcionários próprios para a realização de atividades de jardinagem e manutenção das plantas durante o dia. O Horto ainda possui um apiário e um minhocário, com funcionários dedicados a essas atividades. Foi obtido o consentimento verbal do responsável pela área e apoio

dos funcionários do local. Todos foram avisados da importância da não interferência nos vasos, como evitar seu preenchimento com água ou removê-los do local. Adicionalmente, o corpo de funcionários foi ensinado sobre a importância do manejo correto de lixo e recipientes abandonados para a manutenção de culicídeos.



Figura 3.2: Fotografia da área de estudo mostrando a região mais profunda e com cobertura vegetal, caracterizada por ser pouco frequentada pelos trabalhadores.

Cerca de 20 metros distanciam o Horto Florestal de uma área de alta densidade populacional, a comunidade do Amorim, que faz parte do complexo de Manguinhos. No interior de Manguinhos, verifica-se a presença de *Ae. aegypti*, enquanto a área de estudo é descrita como simpátrica para *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* (Honorio et al. 2009).

### 3.2 Dados ambientais

Os dados de pluviosidade foram obtidos através do site Alerta Rio<sup>1</sup>, oriundos da estação meteorológica em Irajá (aproximadamente 9,5km de distância da área de estudo). Os dados de temperatura foram obtidos através do CPTEC/INPE<sup>2</sup>, coletados pela estação meteorológica de Jacarepaguá (aproximadamente 18,2km de distância da área de estudo).

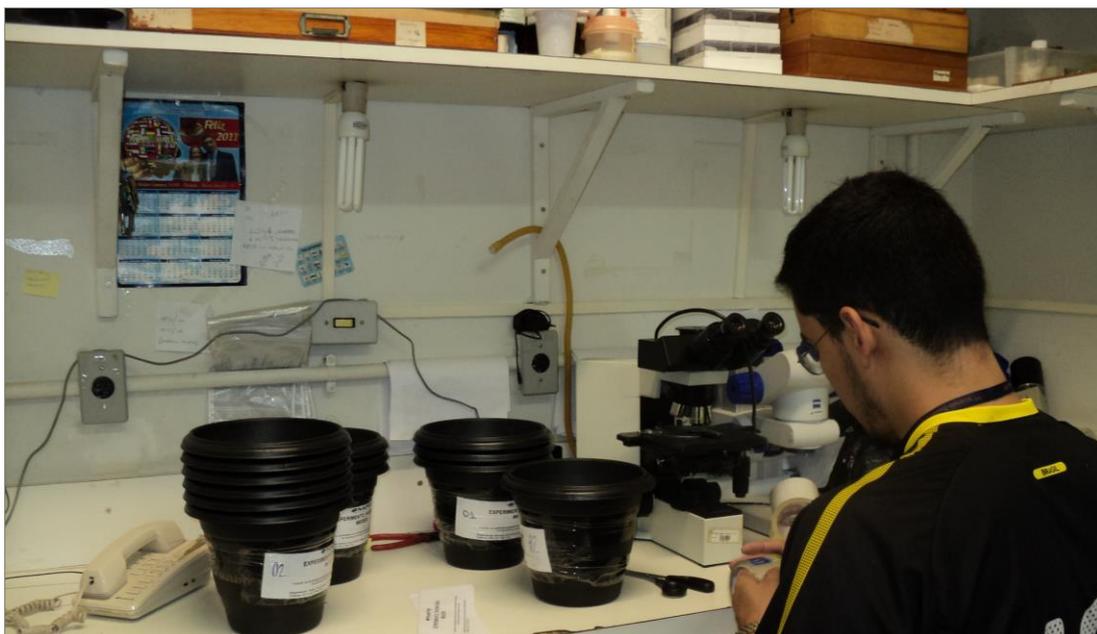


Figura 3.3: Preparação dos vasos antes de sua implantação: todos tiveram seu interior lixado e foram devidamente identificados com uma etiqueta contendo a numeração, as informações dos responsáveis pelo experimento e os meios de contato.

### 3.3 Desenho de estudo

Os 45 vasos que serviram de criadouros artificiais foram implantados na área de estudo no dia 4 de maio de 2011 e retirados 30 dias após, no dia 2 de junho. Os vasos foram dispostos aleatoriamente, separados entre si numa distância que variou de 3 a 5 metros, preferencialmente em locais total ou parcialmente sombreados. Dessa forma, os vasos permaneceram ao pé de árvores, no meio ou próximo de arbustos e canteiros de mudas.

---

<sup>1</sup> Disponível em <http://www2.rio.rj.gov.br/georio/site/alerta/alerta.htm>.

<sup>2</sup> Disponível em [www.cptec.inpe.br](http://www.cptec.inpe.br).

Os vasos utilizados eram de plástico da cor preta, com capacidade total para 3,5 litros de água, medindo 18,5cm de lado, 12,5cm de diâmetro de fundo e 19,3cm de diâmetro de borda (Figura 3.3). Pouco abaixo da borda de cada vaso, foram abertos dois orifícios simetricamente opostos um do outro, de modo a evitar o extravasamento do conteúdo em caso de chuvas fortes. Adicionalmente, o interior desses vasos foi lixado, de modo a favorecer a oviposição de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* (Consoli & Lourenço-de-Oliveira 1994).



Figura 3.4: As estacas de madeira onde os vasos foram fixados foram identificadas para que fosse possível verificar o número do vaso e sua localização com facilidade.

De modo a evitar algum acidente que resultasse no tombamento ou remoção dos vasos, estes foram amarrados com arame a estacas de madeira numeradas (Figura 3.4). Todos os vasos foram identificados e numerados,

dispondo de uma etiqueta com o nome dos responsáveis pelo estudo e telefone para contato, no caso de qualquer dúvida por parte de algum observador. No momento inicial do experimento, cada vaso foi preenchido com 1 litro de água filtrada. Dessa maneira, os vasos permaneceram por trinta dias consecutivos em campo, com seus níveis de água flutuando de acordo com as variações climáticas ao longo do tempo e coletando recursos passivamente na forma de folhas caídas e outros tipos de matéria orgânica (Figura 3.5). Diariamente, todos os vasos foram monitorados para verificar a presença de pupas de mosquitos em horários aproximados entre 07h00min e 09h00min. Para a coleta, utilizou-se uma lanterna para facilitar a observação das pupas. Em casos onde a água apresentava-se muito turva, o conteúdo do vaso foi cuidadosamente transferido para uma bacia branca.



Figura 3.5: Exemplo de um vaso e a maneira como foi implantado na área de estudo, buscando preferencialmente um local protegido da incidência direta do sol.

Todas as pupas encontradas foram coletadas com o auxílio de uma pipeta graduada de plástico de 3ml e armazenadas em tubos *falcon* tampados,

de 50ml de volume, e foram transportadas ao Núcleo de Apoio às Pesquisas em Vetores – NAPVE (Parceria DIRAC – LATHEMA/IOC – Vice-Presidência de Ambiente, Atenção e Promoção da Saúde). Em laboratório, cada pupa foi individualizada em um borrel de vidro devidamente identificado (data, número do vaso e número da pupa) e armazenado em estufa a  $27^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ , até o momento da emergência dos mosquitos adultos. As estufas foram checadas diariamente para verificar a emergência de adultos. Os adultos foram acondicionados em gaiolas e mortos em freezer numa temperatura de  $-6^{\circ}\text{C}$ , sendo posteriormente identificados através da chave dicotômica proposta por Consoli & Lourenço-de-Oliveira (1994). Utilizou-se o programa Microsoft Office Excel 2007 para a tabulação dos dados, construção de tabelas e gráficos.

## 4. RESULTADOS

### 4.1 Dados ambientais e volume de água dos vasos

Durante o período de estudo, observou-se as médias para temperatura mínima e temperatura máxima (média  $\pm$  desvio padrão) de  $18,9 \pm 1,9^\circ\text{C}$  e  $26,3 \pm 2,4^\circ\text{C}$ . A pluviosidade média foi de  $2,04 \pm 3,36$  mm. Tanto a temperatura quanto a pluviosidade apresentaram grande variação durante os trinta dias; a temperatura variou de  $15,4^\circ\text{C}$  até  $31,4^\circ\text{C}$ , enquanto a pluviosidade variou de zero a 11,8mm. A figura 4.1 apresenta as curvas das temperaturas mínima, máxima e média e os dados de pluviosidade ao longo dos trinta dias de estudo.

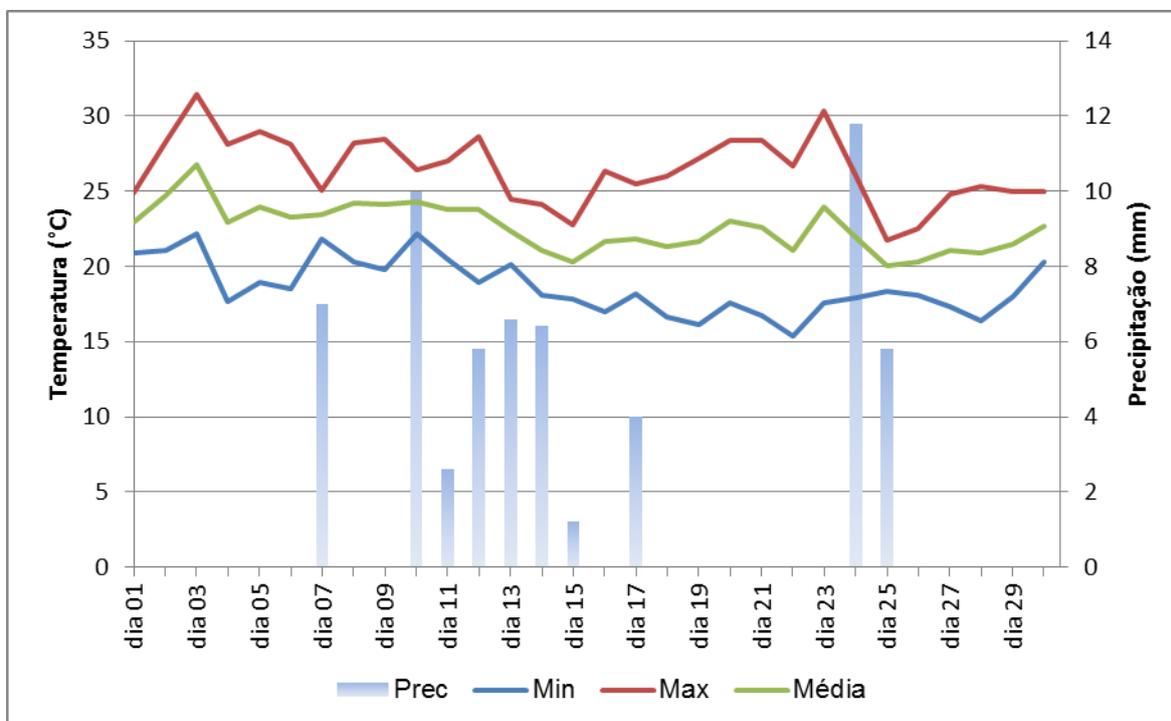


Figura 4.1: Curvas das temperaturas mínimas, máximas e médias e precipitação diária durante os 30 dias de estudo, obtidas de estação meteorológica de Jacarepaguá e Irajá, respectivamente. Fonte: CPTEC/INPE.

O volume dos vasos variou bastante no período de estudo, como demonstrado na figura 4.2. Dois deles (vasos 18 e 33) secaram completamente ao final do experimento, enquanto a maioria (39 dos 45 vasos) terminou o experimento com mais de 1 litro de água. A média de volume de água foi de  $1,8 \pm 0,7$  litros.

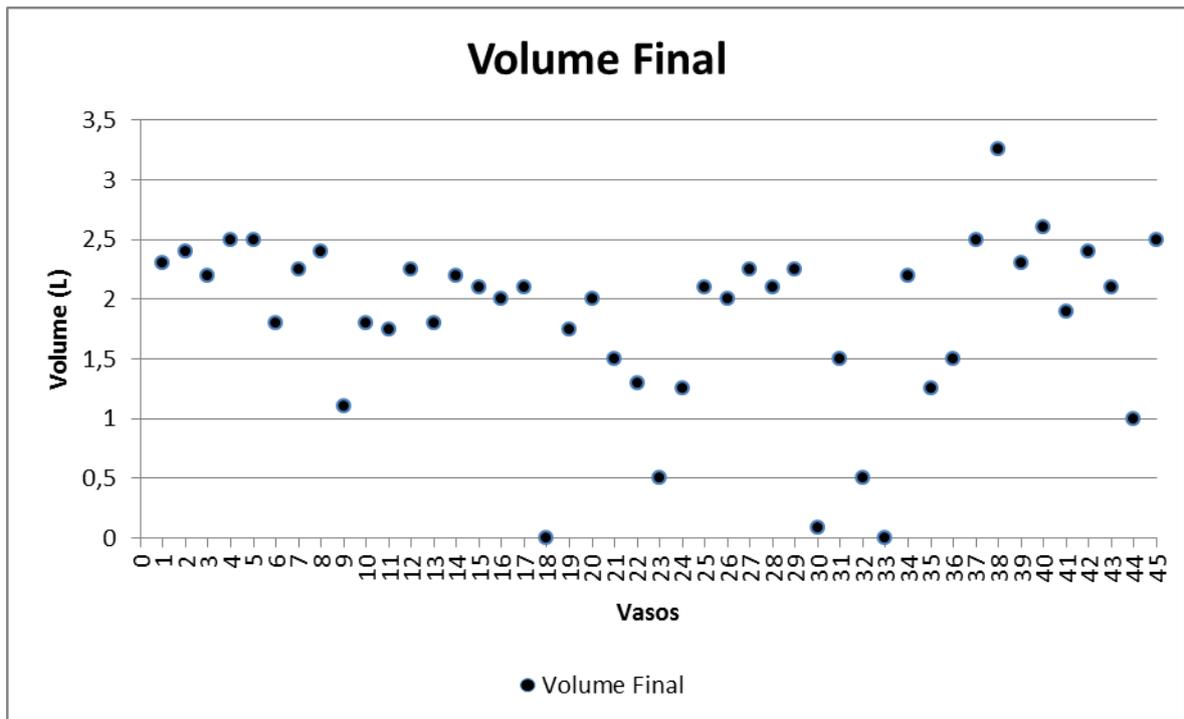


Figura 4.2: Volumes inicial e final dos 45 vasos implantados na área de estudo. O volume inicial corresponde a 1 litro de água filtrada colocada no dia de implantação dos vasos no campo (4 de maio) e os volumes finais foram medidos no dia em que foram retirados (2 de junho).

#### 4.2 Produtividade diária e total de pupas

Ao final do período de estudo, contabilizaram-se 648 pupas, das quais 4 eram de *Ae. aegypti*, 524 de *Ae. albopictus*, 30 de *Oc. scapularis* (Rondani) e 34 de *Limatus durhamii* (Theobald). 56 pupas coletadas não puderam ser identificadas, representando 8,64% do total, por dois motivos: (1) adultos que escaparam acidentalmente durante a manipulação; e (2) pupas que morreram e entraram em processo de decomposição rapidamente, perdendo caracteres importantes para a identificação taxonômica. Dos 45 vasos instalados, 38 foram colonizados com sucesso, produzindo, ao menos, uma pupa ao longo do estudo. O total de pupas das quatro espécies coletadas durante o período de estudo estão representadas na figura 4.3.

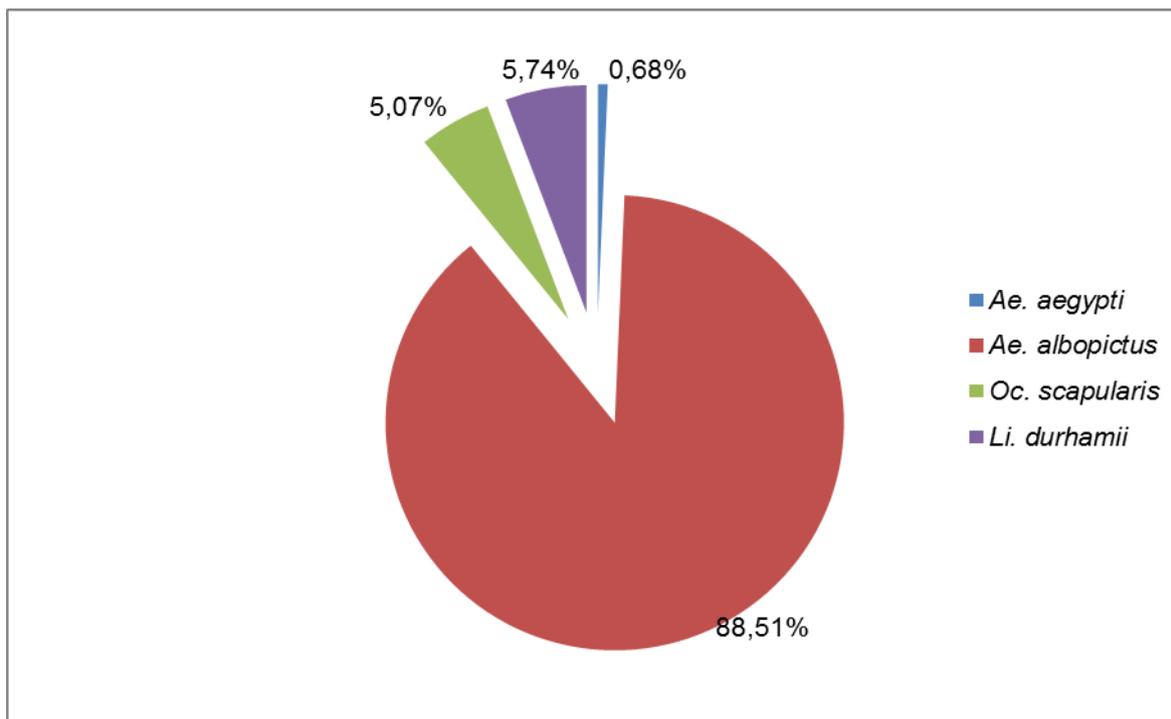


Figura 4.3: Percentual das pupas coletadas, agrupadas por espécie, coletadas durante o período de estudo no horto florestal da FIOCRUZ.

A produtividade diária média foi de  $21,6 \pm 21,4$  pupas por dia. O vaso com maior número de pupas produzidas foi o de número 15, com um total de 64 pupas produzidas ao longo do período de estudo (média de  $2,13 \pm 3,80$  por dia). Já a produtividade média total por vaso foi de  $14,4 \pm 15,1$  pupas. Se excluirmos os sete vasos que não apresentaram nenhuma pupa, a produtividade média total por vaso aumenta para  $17,05 \pm 15,04$  pupas.

As primeiras pupas foram coletadas 10 dias após a implantação dos vasos na área de estudo. *Ochlerotatus scapularis* foi o primeiro mosquito a colonizar os recipientes, sendo coletado após 10 dias. Em seguida, veio *Ae. albopictus*, coletado após 14 dias. *Limatus durhamii* teve seu primeiro espécime coletado após 16 dias e *Ae. aegypti*, apenas no 25º dia (figura 4.4).

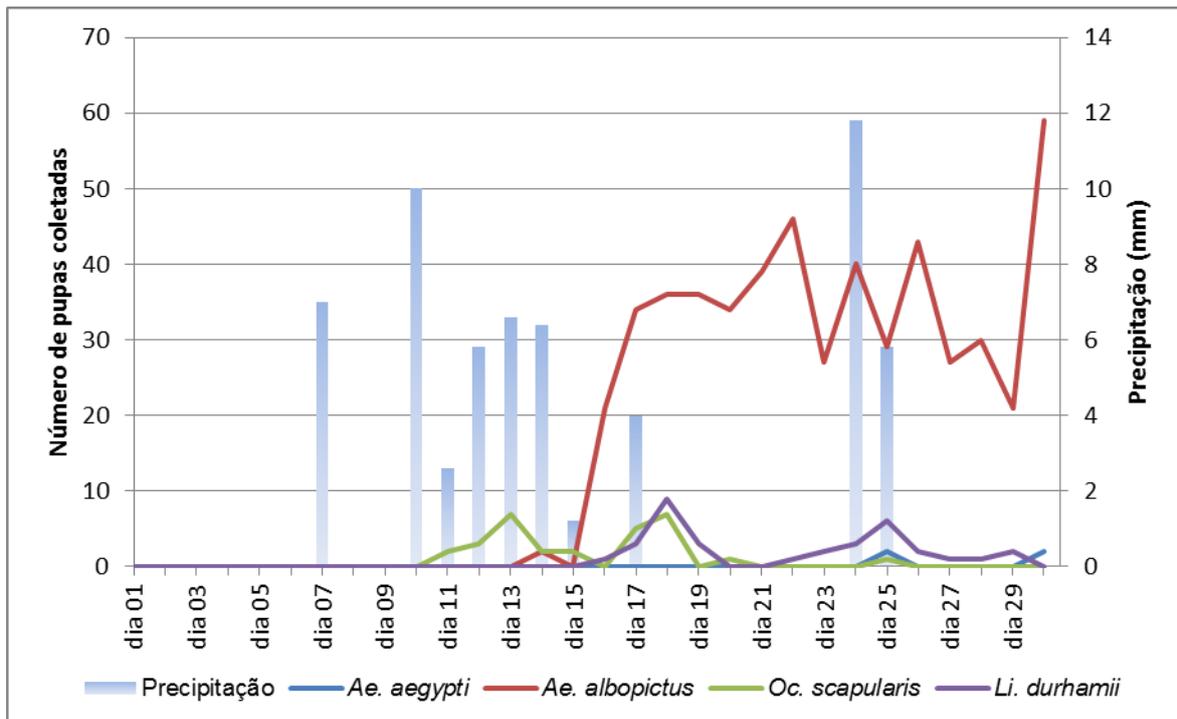


Figura 4.4: Produtividade diária de pupas de *Ae. aegypti*, *Ae. albopictus*, *Oc. scapularis* e *Li. durhamii* e precipitação diária acumulada durante o período de estudo no Horto florestal da FIOCRUZ

Após a colonização de *Ae. albopictus*, a produtividade de pupas desta espécie aumentou rapidamente, se tornando constante pelo resto do período de estudo. A partir do momento em que foi coletado pela primeira vez, no dia 17 de maio, o *Ae. albopictus* manteve uma produtividade diária média de  $30,82 \pm 14,59$  pupas pelo restante do período de estudo (figura 4.5).

*Aedes aegypti* teve apenas quatro pupas coletadas durante todos os trinta dias de estudo. Duas pupas foram coletadas no dia 28 de maio, em um vaso no interior da área de estudo, embaixo de cobertura vegetal (vaso 29). As duas pupas restantes foram coletadas no dia 2 de junho, no vaso 09, na área de transição entre o ambiente sem cobertura e o com cobertura vegetal com uma média de  $0,13 \pm 0,51$  pupas por dia (figura 4.6).

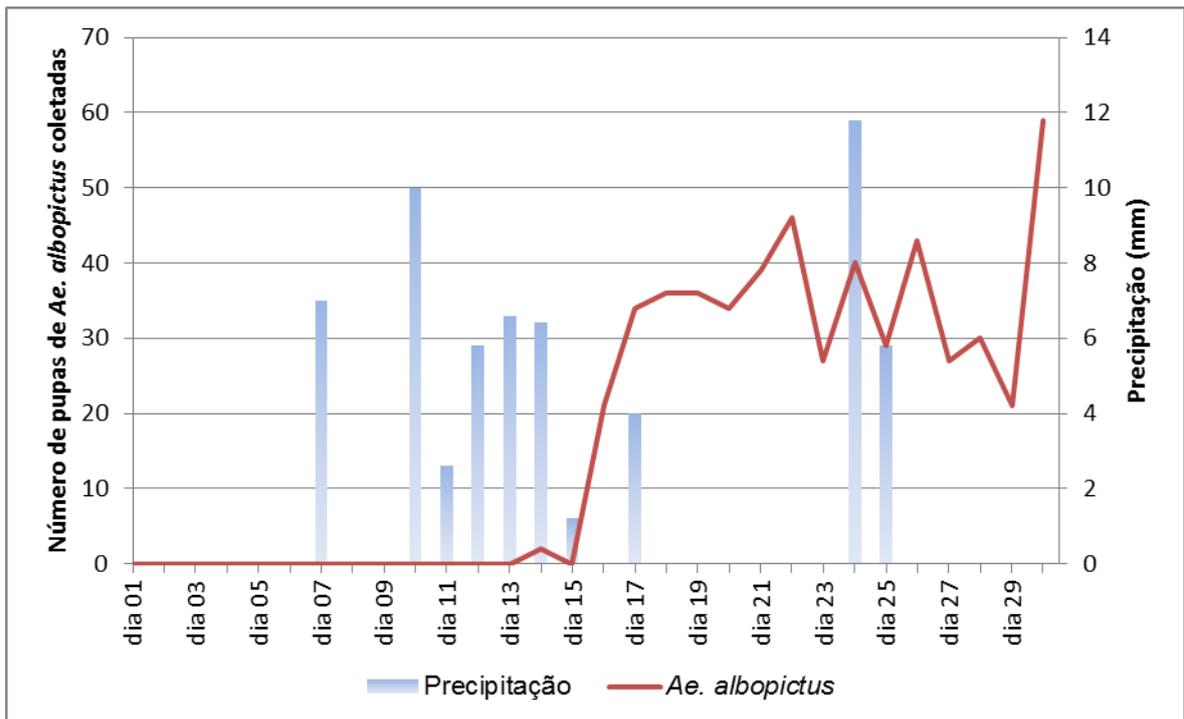


Figura 4.5: Produtividade diária de pupas de *Ae. albopictus* e precipitação diária acumulada durante o período de estudo.

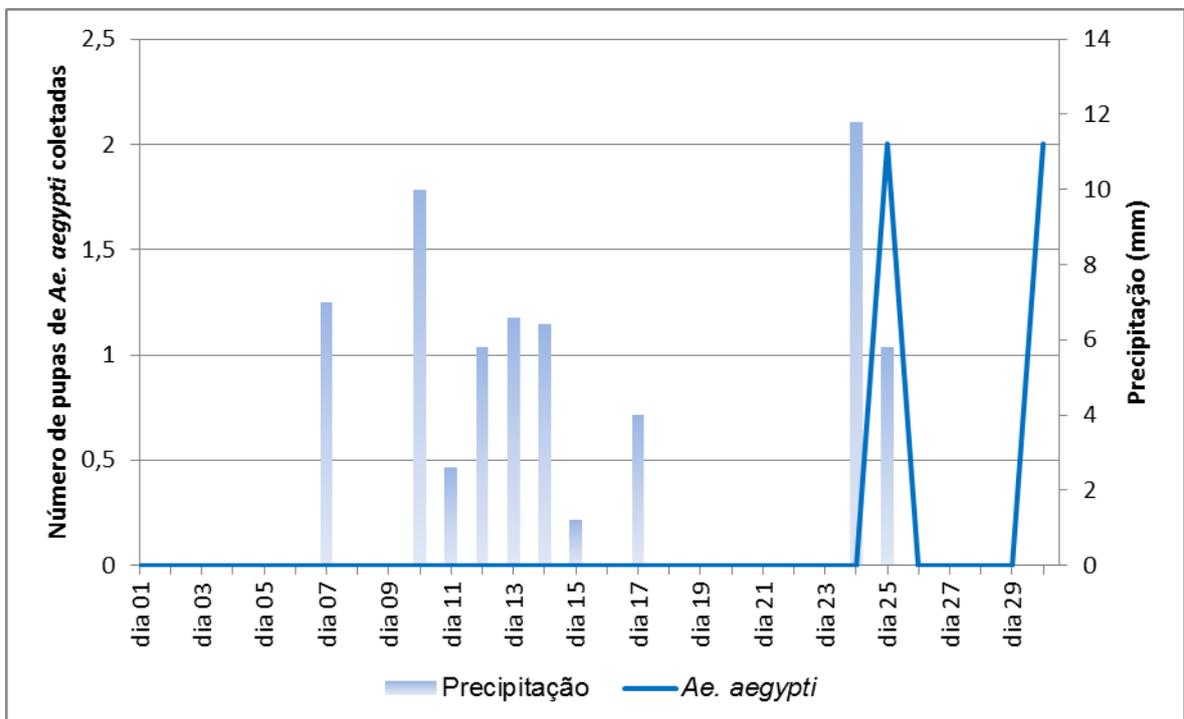


Figura 4.6: Produtividade diária de pupas de *Ae. aegypti* e precipitação diária acumulada durante o período de estudo.

*Ochlerotatus scapularis* foi o primeiro culicídeo a ser coletado, com produtividade diária média de  $1 \pm 2$  pupas por dia, com dois picos distintos de

produtividade. O primeiro pico ocorreu no dia 16 de maio e o segundo no dia 21 de maio, com sete pupas coletadas em ambas as ocasiões (figura 4.7).

*Limatus durhamii* teve produtividade ligeiramente maior (média de  $1,13 \pm 2,05$  pupas por dia), com um pico de nove pupas coletadas no dia 21 de maio e outro pico no dia 28 de maio, com seis pupas coletadas (figura 4.8).

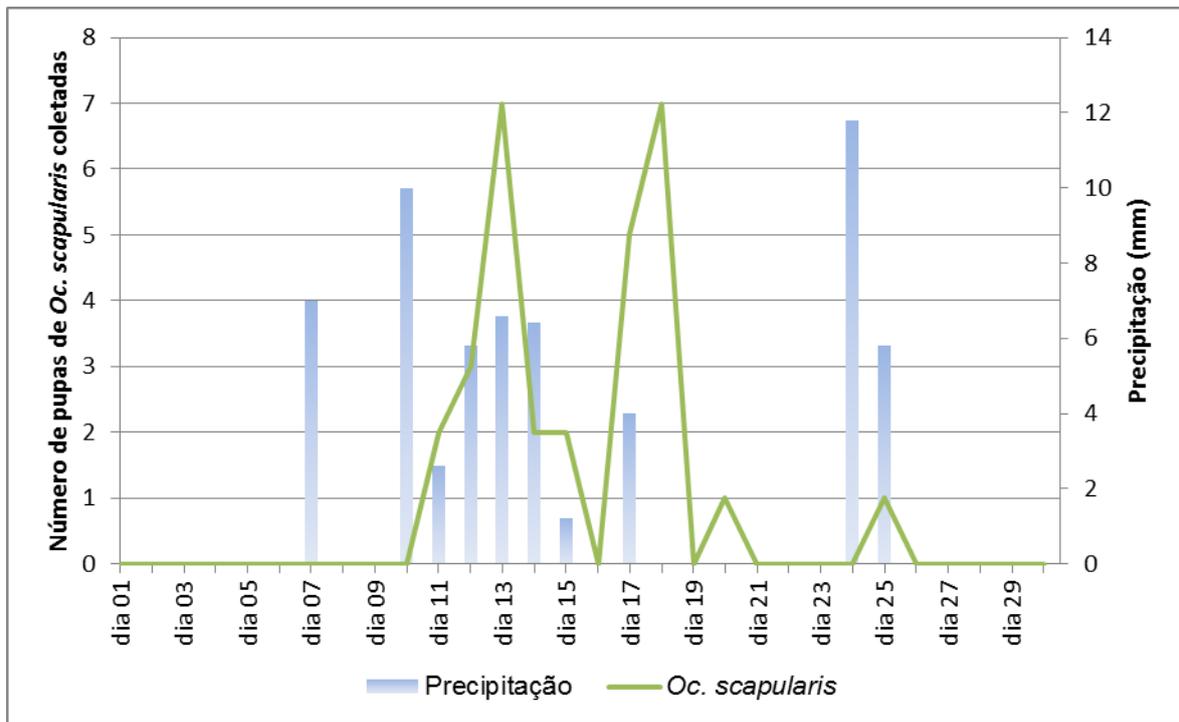


Figura 4.7: Produtividade diária de pupas de *Oc. scapularis* e precipitação diária acumulada (mm) entre os dias 04 de maio e 02 de junho.

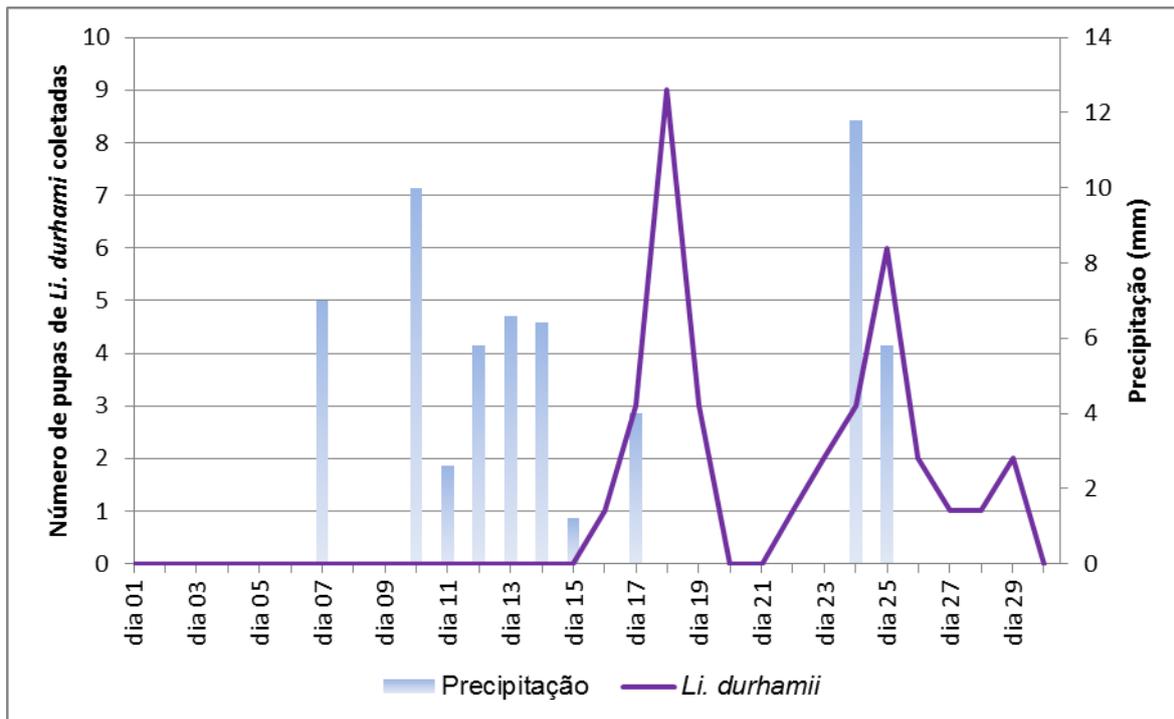


Figura 4.8: Produtividade diária de pupas de *Li. durhamii* e precipitação diária acumulada (mm) entre os dias 04 de maio e 02 de junho.

### 4.3 Padrões de colonização por uma única espécie e por duas ou mais espécies de culicídeos

Com relação à colonização, 29 dos 38 vasos produtivos (76,32%) foram colonizados por uma única espécie: 2 vasos colonizados apenas por *Ae. aegypti*, 26 vasos por *Ae. albopictus* e 1 vaso por *Oc. scapularis*. Nove dos 38 vasos produtivos (23,68%) foram colonizados por pelo menos duas espécies. Destes, sete vasos foram colonizados por *Ae. albopictus* e *Li. durhamii*; um vaso por *Ae. albopictus* e *Oc. scapularis*; e um vaso por *Ae. albopictus*, *Oc. scapularis* e *Li. durhamii* (Fig. 4.9). Não houve vasos albergando *Ae. aegypti* com outra espécie. Do total das pupas coletadas, 31,48% estavam em vasos com pelo menos duas espécies.

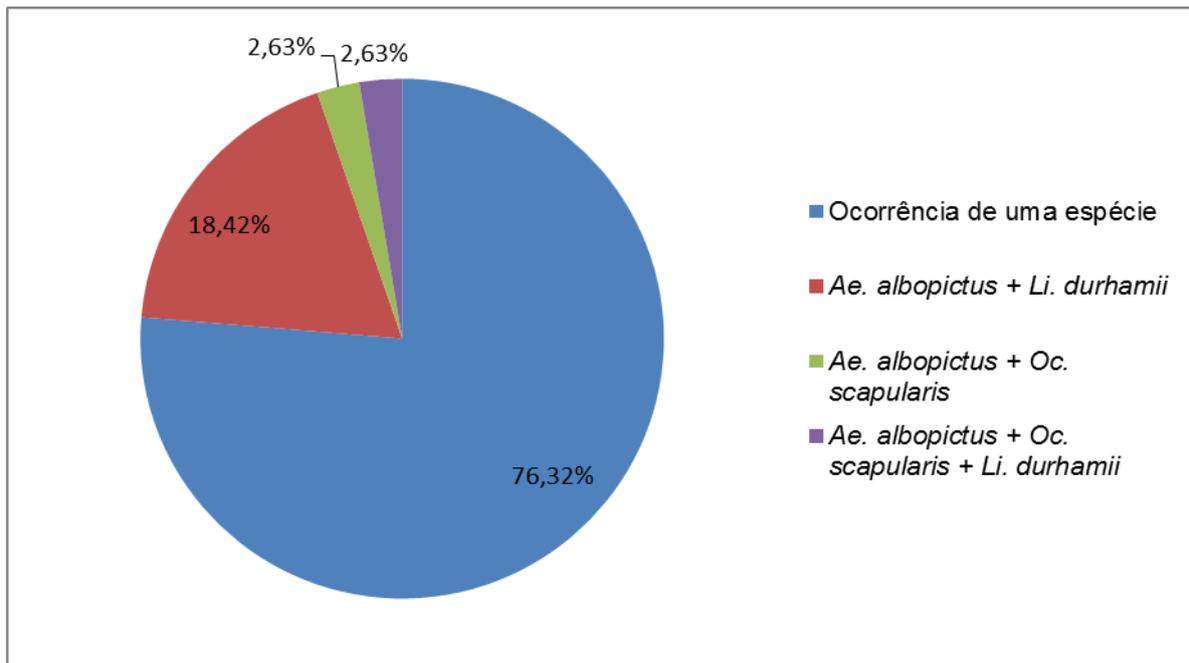


Figura 4.9: Frequência da ocorrência de encontro de uma espécie e duas ou mais espécies ao final dos 30 dias de experimento, nos 45 vasos estudados.

#### 4.3.1 Vasos colonizados por *Ae. albopictus* e *Li. durhamii*

Com relação aos vasos contendo *Ae. albopictus* e *Li. durhamii*, ambas as espécies conviveram ao mesmo tempo, com maior predominância de *Ae. albopictus* em cinco dos sete vasos (vasos 11, 22, 23, 25 e 31). Em apenas dois vasos (28 e 32), o número de *Li. durhamii* superou o de *Ae. albopictus*. A figura 4.10 mostra a proporção de pupas de *Ae. albopictus* e *Li. durhamii* nos vasos de ocorrência heteroespecífica entre ambas espécies.

O número de *Ae. albopictus* encontrado nesses vasos foi bem maior do que o de *Li. durhamii* (145 contra 33). Pode-se observar na figura 4.11 que *Ae. albopictus* aumenta rapidamente sua produtividade, mantendo-se constante e em maior nível que *Li. durhamii*. Nesses vasos de ocorrência interespecífica, ambas as espécies produziram pupas simultaneamente.

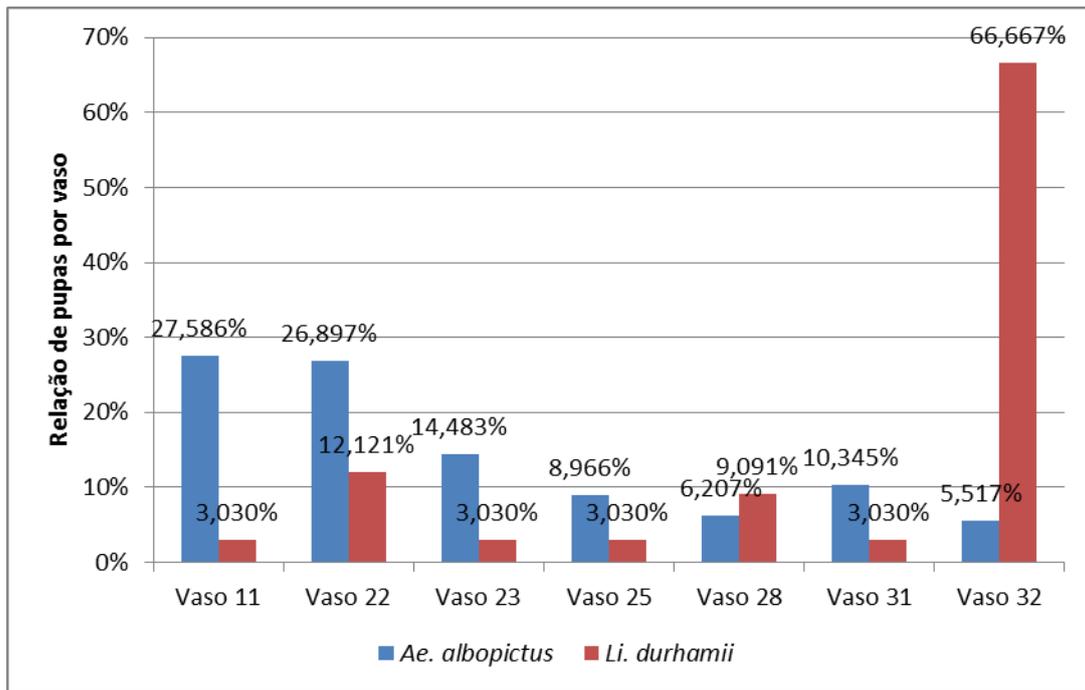


Figura 4.10: Vasos com co-ocorrência entre *Ae. albopictus* e *Li. durhamii*: relação entre número de pupas coletadas em cada vaso e total de pupas coletadas para cada espécie.

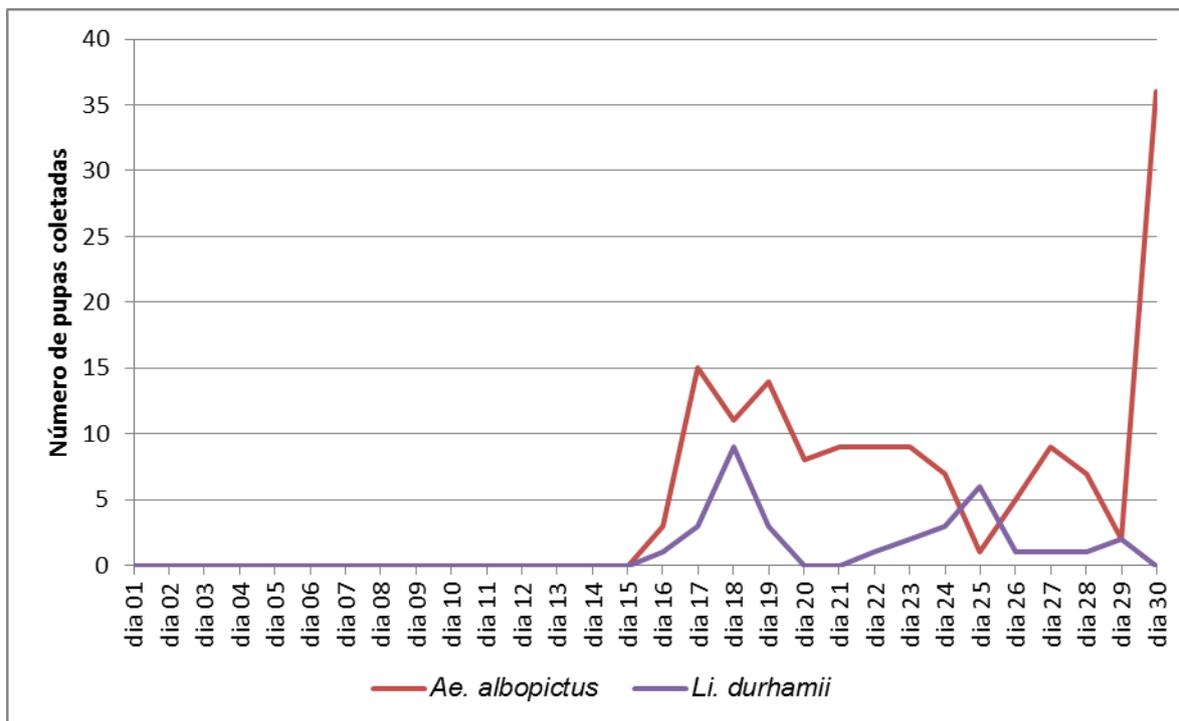


Figura 4.11: Produtividade diária em vasos com co-ocorrência entre *Ae. albopictus* e *Li. durhamii* durante o período de estudo.

#### 4.3.2 Vasos colonizados por *Ae. albopictus* e *Oc. scapularis*

Apenas um vaso foi colonizado por *Ae. albopictus* e *Oc. scapularis* simultaneamente (vaso 13). Nesse vaso, as pupas de *Oc. scapularis* foram coletadas nos dias 16, 17, 20 e 21 de maio. A partir do dia 23 de maio, quando o *Ae. albopictus* começou a ser coletado, não houve mais encontro de nenhum *Oc. scapularis* (figura 4.12). *Ochlerotatus scapularis* colonizou dois outros vasos; o vaso 1, onde ocorreu sozinho, e o vaso 42, com *Ae. albopictus* e *Li. durhamii*; Nos vasos 13 e 42, onde houve ocorrência interespecífica com outros culicídeos, foi observado que o *Oc. scapularis* não manteve sua produtividade em conjunto com as outras espécies que ocupavam os vasos.

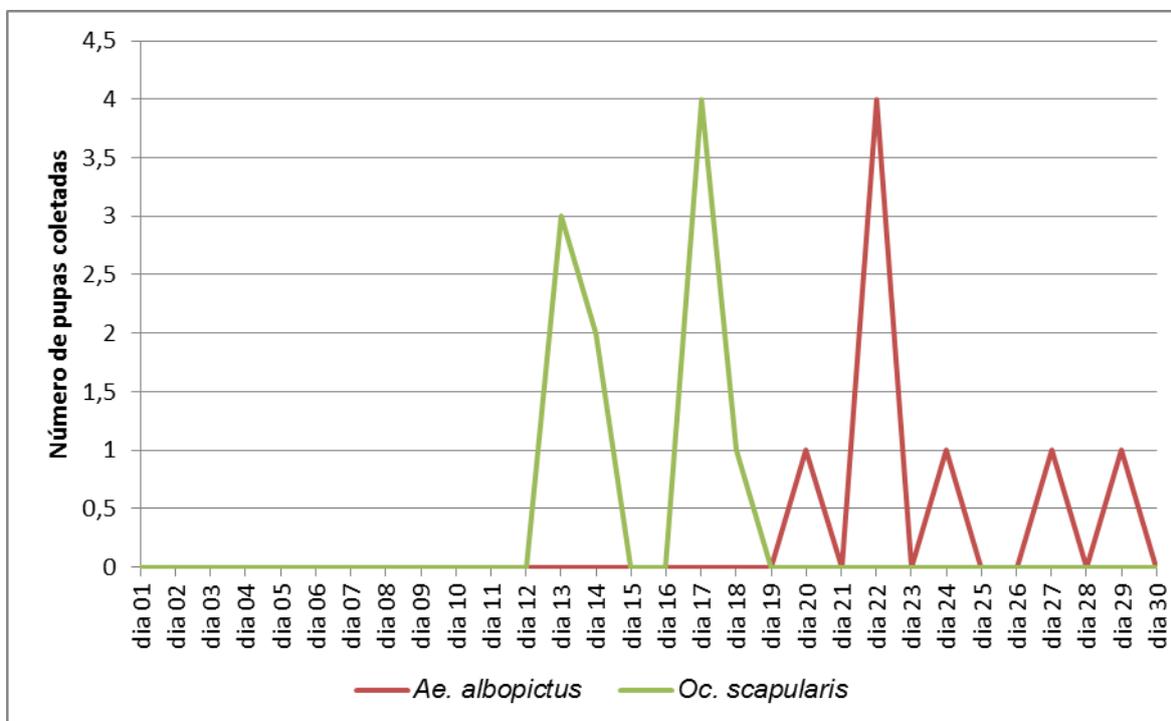


Figura 4.12: Produtividade diária no único vaso de co-ocorrência entre *Ae. albopictus* e *Oc. scapularis* durante o período de estudo.

#### 4.3.3 Vasos colonizados por *Ae. albopictus*, *Oc. scapularis* e *Li. durhamii*

O vaso 42 foi o único com ocorrência entre três espécies durante o estudo, notadamente *Ae. albopictus*, *Oc. scapularis* e *Li. durhamii*. O número total de pupas coletadas foi pequeno (08), porém, o comportamento das espécies aparentemente foi similar ao observado nos outros vasos. *Ochlerotatus scapularis* teve apenas uma única pupa coletada no dia 18 de

maio e, dez dias depois, coletaram-se seis pupas de *Ae. albopictus* e uma de *Li. durhamii* (figura 4.13).

Assim como ocorreu no vaso 13, onde foram encontradas pupas de *Ae. albopictus* e *Oc. scapularis*, esta última espécie não foi mais encontrada em conjunto com a primeira. *Limatus durhamii*, no entanto, foi coletado no mesmo período que *Ae. albopictus*, como ocorreu nos vasos onde estas espécies se encontraram (vasos 11, 22, 23, 25, 28 e 31).

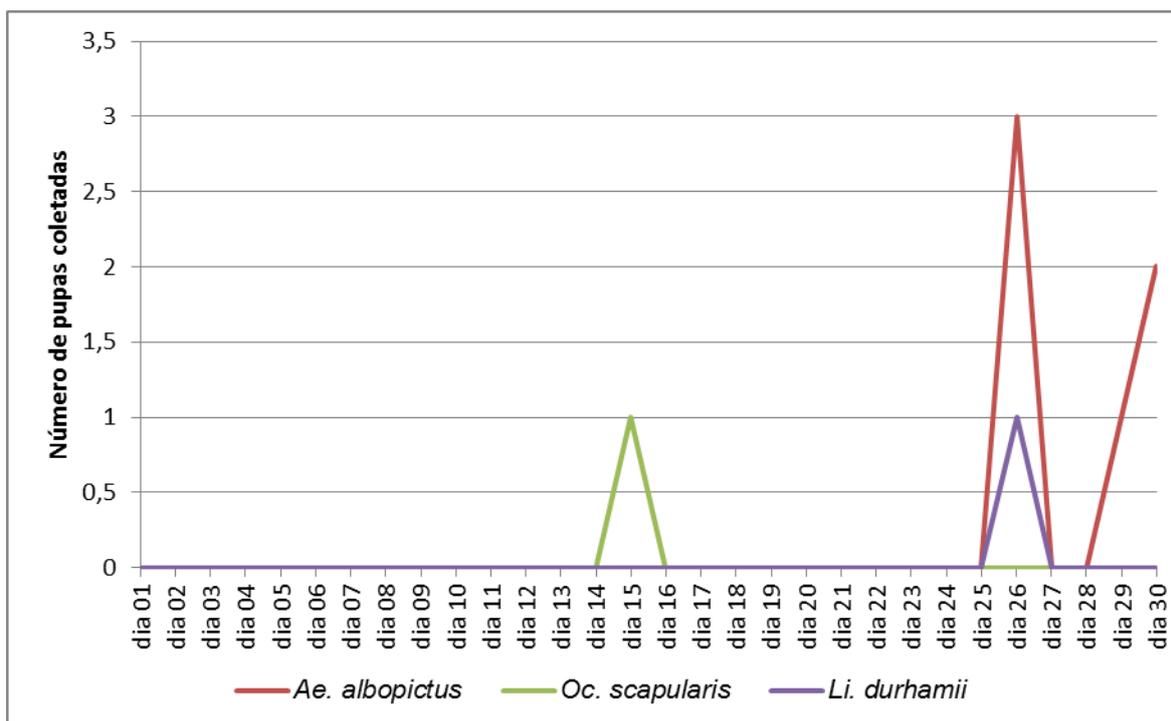


Figura 4.13: Produtividade diária no único vaso com co-ocorrência de *Ae. albopictus*, *Oc. scapularis* e *Li. durhamii* durante o período de estudo.

## 5. DISCUSSÃO

### 5.1 Produtividade diária e total de pupas

Neste trabalho, foi verificada a predominância de *Ae. albopictus* e uma baixa frequência de *Ae. aegypti* na área de estudo, resultados que corroboram com os achados em estudo anterior realizado no mesmo local (Honório et al. 2009). A elevada produtividade de pupas de *Li. durhamii* também é um dado constante na literatura, sendo este um culicídeo comumente encontrado colonizando os mesmos criadouros que as duas espécies precedentes (Honório & Lourenço-de-Oliveira 2001, Zequi et al. 2005, Honório et al. 2006). O encontro de *Oc. scapularis* foi surpreendente e merece particular atenção, uma vez que a colonização de recipientes artificiais por esta espécie é um comportamento ainda considerado acidental (Forattini et al. 1997). Ao observarmos que o encontro de *Oc. scapularis*, *Ae. albopictus*, *Li. durhamii* e *Ae. aegypti* foram, respectivamente nos dias 10, 14, 16 e 25, é possível afirmar que a colonização dos vasos ocorreu rapidamente após sua instalação na área de estudo. Levando em consideração que as três espécies de *Aedes* criam-se em criadouros transitórios, e, dessa maneira, exibem tempo de desenvolvimento rápido (Consoli & Lourenço-de-Oliveira 1994), é possível que a colonização possa ter ocorrido no primeiro dia de instalação dos criadouros.

Enquanto este estudo não se propõe como um levantamento de índice de pupas, os resultados encontrados apontam para a necessidade de monitoramento de criadouros artificiais em áreas de bosques e florestas urbanas. Apesar do baixo encontro de *Ae. aegypti*, foi possível verificar que essa espécie frequenta áreas de cobertura vegetal no interior de áreas densamente povoadas, como também verificado em outros estudos (Lourenço-de-Oliveira et al. 2004, Maciel-de-Freitas et al. 2006).

O encontro de números significativos de *Ae. albopictus* e *Oc. scapularis* também merece atenção, pois ambas espécies de culicídeos são vetores potenciais de arboviroses em nosso meio, como o dengue e encefalite de Rocio, respectivamente (Mitchell & Forattini 1984, Gratz 2004), além de serem vetores competentes para o vírus chikungunya (Vega-Ruas et al. 2014). É possível também que a disposição de criadouros na comunidade do Amorim, adjacente e a poucos metros da área de estudo, possa ter mantido as fêmeas

de *Ae. aegypti* nessa localidade, sem que essas necessitassem realizar voos exploratórios para encontrar locais para oviposição, como os dispostos na área de estudo. Com efeito, a predominância de *Ae. albopictus* na área de estudo (Honorio et al. 2009) e o fato da comunidade de Amorim ser infestada por *Ae. aegypti* podem explicar o baixo encontro desta espécie na área de estudo.

Sete vasos não apresentaram produção de pupas, apesar de todos estarem abrigados em locais com pouca ou nenhuma incidência solar. Entretanto, uma curiosa observação deve ser feita acerca de dois destes sete vasos (38 e 39): eles foram instalados cerca de 3 metros dentro da vegetação, na parte mais profunda do bosque, e sua observação diária levou a notar a formação de diversas teias de aranha cobrindo a boca dos vasos, o que provavelmente não permitiu a oviposição de fêmeas. Alguns pequeninos casulos foram encontrados nessas teias, mas estes não foram analisados para verificar se continham mosquitos.

## **5.2 Padrões de colonização coespecífica e heteroespecífica**

### **5.2.1 Vasos colonizados por *Ae. albopictus* e *Li. durhamii***

As duas espécies, *Ae. albopictus* e *Li. durhamii*, ocorreram conjuntamente durante o período de estudo em oito vasos artificiais. Aparentemente, *Li. durhamii* consegue manter-se viável na presença de *Ae. albopictus*, mesmo em pequenos números, pois é uma espécie frequentemente encontrada em recipientes em conjunto com *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* no Brasil (Lopes et al. 1993, Honório & Lourenço-de-Oliveira 2001, Lourenço-de-Oliveira et al. 2004).

Oito vasos albergaram *Ae. albopictus* e *Li. durhamii* simultaneamente, sendo que em dois o número de *Li. durhamii* superou o número de *Ae. albopictus*. Como verificado em outros estudos, *Li. durhamii* é um culicídeo capaz de colonizar com certa facilidade vasos e outros tipos de criadouros artificiais produzidos pelo homem (Lopes 1997, Rezende et al. 2011). De certa forma, tais encontros podem evidenciar uma tendência a domiciliação, uma vez que *Li. durhamii* apresenta certo ecletismo alimentar (Consoli & Lourenço-de-Oliveira 1994) e alta tolerância a diversos criadouros artificiais (Guimarães & Arlé 1984, Lourenço-de-Oliveira et al. 1986).

Este estudo corrobora com os trabalhos supracitados, mostrando que *Li. durhamii* foi capaz de colonizar vasos de plástico dispostos em um bosque rodeado por uma região densamente povoada, mantendo produtividade em uma área também frequentada por outros culicídeos (Honório & Lourenço-de-Oliveira 2001). O encontro de *Li. durhamii* com *Ae. albopictus* demonstra que ambas as espécies frequentam criadouros artificiais. Não se sabe ainda até que ponto a coexistência desses dois culicídeos nos mesmos criadouros pode afetar sua biologia. Isso aponta para a necessidade para a realização de estudos de modo a verificar quais são os efeitos da competição interespecífica entre *Ae. albopictus* e *Li. durhamii* e como isso pode afetar a distribuição dessas espécies em áreas de simpatria. Deve-se apontar para a necessidade de estudos de competição interespecífica envolvendo também o *Ae. aegypti*, principal vetor do dengue no Brasil.

Uma vez que essas três espécies são frequentemente encontradas colonizando criadouros artificiais (Lopes 1997, Honório & Lourenço-de-Oliveira 2001, Rezende et al. 2011), e que a competição interespecífica por recursos pode ser responsável pelo deslocamento e até extinção de *Ae. aegypti* (Juliano et al. 2004, Juliano 2009), conhecer a biologia e interações ecológicas entre essas espécies é necessário em um país endêmico para o dengue.

### **5.2.2 Vasos colonizados por *Ae. albopictus* e *Oc. scapularis***

*Ochlerotatus scapularis* é um mosquito essencialmente neotropical, com distribuição indo do sudoeste dos EUA até o norte da Argentina, presente em todos os estados brasileiros, comum em ambientes parcialmente modificados pelo homem, como matas secundárias, plantações, além de baixadas (Consoli & Lourenço-de-Oliveira 1994). Suas fêmeas são hematófagas vorazes e persistentes, com preferência por mamíferos de certo porte, o que inclui o homem. Caracteriza-se pela elevada atividade hematofágica no crepúsculo vespertino, porém com atividade intensa durante as horas diurnas e noturnas (Consoli & Lourenço-de-Oliveira 1994, Forattini 2002).

Classicamente, este culicídeo cria-se em coleções hídricas de caráter transitório ou semi-permanente no solo, como poças formadas pela ação pluvial ou áreas alagadas, e também em coleções de formação artificial, como valas de drenagem e irrigação, pegadas de animais ou pessoas, além de

impressão de rodas de veículos. Também podem ser encontrados em formações naturais como escavações em rochas ou buracos de caranguejo. São criadouros caracterizados pela pouca profundidade, e com parcial ou completa exposição solar. Tendo em visto tais características, o impacto das chuvas influencia fortemente a densidade populacional deste mosquito, com aumento abrupto na estação quente e chuvosa do ano (Consoli & Lourenço-de-Oliveira 1994, Forattini 2002).

*Ochlerotatus scapularis* se constitui como uma espécie essencialmente exófila, sendo mais abundante nos ambientes peri e extradomiciliares (Lourenço-de-Oliveira 1984). Há alguns anos, têm-se documentado o encontro de *Oc. scapularis* em criadouros artificiais (Silva & Menezes 1996, Forattini et al. 1997), evidenciando uma possível adaptação deste culicídeo ao ambiente antrópico (Forattini et al. 1995). O encontro de 30 pupas de *Oc. scapularis* neste estudo corrobora com essas evidências. A pressão seletiva exercida pela alta disponibilidade de criadouros artificiais, como os vasos utilizados nesse estudo, pode indicar a capacidade desse culicídeo em mudar seus hábitos de oviposição e explorar criadouros considerados anômalos.

Especulou-se sobre o provável início de domiciliação de *Oc. scapularis* numa região do Vale do Ribeira, onde observou-se certo grau de sinantropia, com *Oc. scapularis* sendo encontrado mais frequentemente em locais alterados pelo homem do que em regiões arborizadas (Forattini et al. 1995). Nessa mesma região, foi registrado um surto de Encefalite Rocio entre os anos de 1973 e 1980, com aproximadamente 1.000 casos registrados e taxa de mortalidade de cerca de 10% (Figueiredo 2007). Alguns anos mais tarde, obteve-se experimentalmente a transmissão do vírus Rocio por *Oc. scapularis* provenientes da região (Mitchell & Forattini 1984). Apesar de nunca se ter encontrado nenhum vetor naturalmente infectado com o vírus Rocio, as evidências apontam para uma possível participação do *Oc. scapularis* na transmissão dessa encefalite na região do Vale do Ribeira (Forattini 2002).

Também já foi verificada a competência vetorial de *Oc. scapularis* para *Dirofilaria immitis*, já se registrando o encontro desse mosquito naturalmente infectado com essa filária (Lourenço-de-Oliveira & Deane 1995, Macedo et al. 1998). Dessa maneira, é importante observar o comportamento crescentemente domiciliar dessa espécie e como isso pode afetar a dinâmica

de transmissão de arboviroses e outros patógenos para a população humana e animal.

Apenas um vaso artificial foi encontrado com a ocorrência co-específica entre *Ae. albopictus* e *Oc. scapularis*. Foi possível observar que este não manteve sua população no vaso por muito tempo, não havendo mais coleta de pupas após o estabelecimento de *Ae. albopictus*. Pode ser que o comportamento altamente competitivo de *Ae. albopictus* (Juliano 1998, Juliano et al. 2004, Braks et al. 2004) impeça o estabelecimento de populações de *Oc. scapularis* em criadouros artificiais compartilhados por ambas as espécies.

Pelo fato de criar-se principalmente em criadouros transitórios no solo, o *Oc. scapularis* possui um tempo de desenvolvimento rápido, entre 8 e 10 dias (Casanova & Prado 2002), tempo de desenvolvimento similar ao de *Ae. albopictus* (Hawley 1988). No presente trabalho, observou-se nitidamente a capacidade de *Oc. scapularis* colonizar primeiramente os vasos dispostos na área de estudo, mas não foi observado mantendo produção de pupas quando em contato com *Ae. albopictus* e *Li. durhamii*. Tais observações, no entanto, ocorreram em apenas dois vasos, o que tornam necessários mais estudos sobre a ecologia desses mosquitos e o impacto que as interações ecológicas entre essas espécies podem exercer em suas populações.

### **5.2.3 Vasos colonizados por *Ae. albopictus*, *Oc. scapularis* e *Li. durhamii***

Foi possível observar no único vaso de encontro dessas três espécies que *Ae. albopictus* manteve produtividade maior do que a de *Li. durhamii* e *Oc. scapularis*, como ocorreu nos vasos onde *Ae. albopictus* foi encontrado apenas com *Li. durhamii* e apenas com *Oc. scapularis*. O achado de apenas um vaso albergando as três espécies não é o suficiente para que se possam tirar conclusões sobre como essas espécies comportam-se em um mesmo ambiente.

Foi possível observar que *Oc. scapularis* colonizou o vaso e produziu uma pupa viável antes de *Ae. albopictus* e *Li. durhamii*, como observado no vaso onde ocorreu encontro coespecífico entre *Oc. scapularis* e *Ae. albopictus*. Pode ser que o *Oc. scapularis* prefira ambientes menos degradados pela presença e atividade de larvas de outros mosquitos ou que não seja um competidor capaz de se manter viável num ambiente com *Ae. albopictus*.

Também foi observada, mais uma vez, a capacidade de *Li. durhamii* em produzir pupas e coabitar um ambiente simultaneamente com *Ae. albopictus*, dado já observado na literatura (Lopes et al. 1993, Consoli & Lourenço-de-Oliveira 1994, Honório & Lourenço-de-Oliveira 2001).

## 6. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar do encontro de quatro espécies na área de estudo e a escassez de *Ae. aegypti*, é interessante observar a ocorrência de *Ae. albopictus* com *Oc. scapularis*, de *Ae. albopictus* com *Li. durhamii*, e de *Ae. albopictus* com *Oc. scapularis* e *Li. durhamii*. Esse encontro pode evidenciar a diversidade de espécies que podem ocorrer em vasos e outros tipos de criadouros artificiais abandonados em uma área natural. Na falta de um número maior de indivíduos em vasos com ocorrência coespecífica, pode-se apenas especular a dinâmica desse encontro. Qual o impacto dessa dinâmica sobre populações de *Ae. aegypti* e outros culicídeos em uma área de bosque urbano?

Os resultados observados neste experimento sugerem que *Oc. scapularis* não consegue se manter simultaneamente em criadouros com *Ae. albopictus* e, por não ter sido encontrado em vasos apenas com *Li. durhamii*, fica aberta a possibilidade de estudos sobre a interação entre essas espécies. Com efeito, os trabalhos sobre interação entre culicídeos invasores e residentes se resumem basicamente aos que envolvem as interações entre *Ae. aegypti*, *Ae. albopictus* e *Ae. triseriatus*, existindo uma lacuna aberta no que trata em estudos que envolvam espécies de culicídeos neotropicais.

Tanto *Oc. scapularis* quanto *Li. durhamii* são caracterizadas como espécies essencialmente silvestres, encontradas em florestas e similares. *Limatus durhamii* é uma espécie de mosquito encontrada coabitando criadouros com *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus*, enquanto o encontro de *Oc. scapularis* em recipientes artificiais é algo raro e recente. Até que mais observações sejam realizadas, só se pode especular que esse encontro é o resultado de uma pressão seletiva devido à alta disponibilidade de criadouros numa área natural.

No que se refere à presença de *Ae. aegypti*, a espécie foi representada por apenas quatro indivíduos. A enorme população de *Ae. albopictus* da área pode ter sido responsável pelo deslocamento de *Ae. aegypti*, mas, pela proximidade da área de estudo com uma região densamente povoada (o complexo de favelas de Manguinhos), é possível que o *Ae. aegypti* tenha permanecido nessa região. É possível que o *Ae. aegypti* não tenha sido muito frequente na área de estudo por essa não ser um habitat típico e por haver

criadouros suficientes para albergar a oviposição de suas fêmeas na comunidade próxima.

A falta de dados confiáveis sobre a invasão e expansão de *Ae. albopictus* em regiões previamente ocupadas por *Ae. aegypti* é uma dificuldade encontrada ao tentar reconstruir o cenário passado, onde ambas as espécies se encontraram em território brasileiro pela primeira vez. No entanto, ambas as espécies são simpátricas. Apesar do *Ae. albopictus* não ter sido ainda incriminado como vetor do dengue em nosso país, sua capacidade de competir com e mesmo deslocar populações de *Ae. aegypti* é um assunto que precisa de mais atenção.

Como as medidas de combate ao *Ae. aegypti* se resumem à aplicação de inseticida e manejo de criadouros, é possível que esta espécie encontre refúgio em ambientes naturais em épocas de intensas campanhas de combate. A presença de *Ae. albopictus* nesses mesmos refúgios pode afetar diretamente a densidade populacional de *Ae. aegypti* de uma região durante períodos de combate a este vetor. Sabe-se que o *Ae. aegypti* tende a frequentar apenas as bordas de florestas e bosques, enquanto o *Ae. albopictus* costuma frequentar as regiões mais profundas de tais lugares. Deve-se atentar para esse comportamento durante campanhas de controle de *Ae. aegypti*, pois são áreas que podem ser negligenciadas pelas equipes de controle e acabar servindo como refúgio por esse culicídeo.

O crescimento populacional desordenado dos centros urbanos brasileiros é acompanhado por problemas de saneamento básico e produção de lixo, o que significa o aumento de criadouros artificiais que podem ser utilizados por *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus*. *Ochlerotatus scapularis*, por sua vez, é um vetor experimentalmente competente para a encefalite Rocio e já foi encontrado naturalmente infectado por *Dirofilaria immitis*. Seu prévio encontro em ambientes peridomiciliares e colonizando criadouros artificiais foi também visto nesse estudo. Dessa maneira, a presença desse mosquito também demanda atenção, visto que mais uma vez esse culicídeo é encontrado em ambientes próximos ao ser humano.

Este trabalho, em seu enfoque local, busca abrir a possibilidade para novos estudos sobre interações ecológicas entre mosquitos em ambientes naturais, além da necessidade de se manter vigilante sobre infestação de

criadouros nesses locais. Durante os 30 dias de experimento, 648 pupas foram coletadas nos 45 vasos dispostos aleatoriamente na área de estudo, uma região de cobertura vegetal no centro de uma área densamente povoada. É provável que esse número reflita apenas uma pequena parte da quantidade de mosquitos procriando no local e, uma vez que o trabalho foi realizado no outono, quando as temperaturas encontram-se mais amenas, a produtividade de mosquitos provavelmente será maior nas estações mais quentes. Dessa maneira, é importante que áreas naturais também sejam vistoriadas para evitar a colonização de *Ae. aegypti* em lixo espalhado nesses locais, que podem vir a servir como abrigo e refúgio para os mosquitos vetores do dengue.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arunachalam N, Tana S, Espino F, Kittayapong P, Abeyewickreme W, Wai KT, Tyagi BK, Kroeger A, Sommerfeld J, Petzold M 2010. Eco-bio-social determinants of dengue vector breeding: a multicountry study in urban and periurban Asia. *Bull World Health Organ* 88:173-184

Barrera R 1996. Competition and resistance to starvation in larvae of container-inhabiting *Aedes* mosquitoes. *Ecol Entomol* 21:117-127

Barrera R, Amador M, Clark GG 2006. Use of the pupal survey technique for measuring *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) productivity in Puerto Rico. *Am J Trop Med Hyg* 74:290-302

Barrera R, Amador M, MacKay AJ 2011. Population dynamics of *Aedes aegypti* and dengue as influenced by weather and human behavior in San Juan, Puerto Rico. *PLoS Negl Trop Dis* 5(12):e1378

Bhatt S, Gething PW, Brady OJ, Messina JP, Farlow AW, Moyes CL, Drake JM, Brownstein JS, Hoen AG, Sankoh O, Myers MF, George DB, Jaenisch T, Wint GR, Simmons CP, Scott TW, Farrar JJ, Hay SI 2013. The global distribution and burden of dengue. *Nature* 496(7446):504-507

Black WC, Rai KS, Turco BJ, Arroyo DC 1989. Laboratory study of competition between United States strains of *Aedes albopictus* and *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). *J Med Entomol* 26:260-71

Braga IA & Valle D 2007. *Aedes aegypti*: histórico do controle no Brasil. *Epidemiol. Serv. Saude* 16:113-118.

Braks MAH, Honório NA, Lourenço-de-Oliveira R, Juliano SA, Lounibos LP 2003. Convergent habitat segregation of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in southeastern Brazil and Florida, USA. *J Med Entomol* 40:785-794

Braks MAH, Honório NA, Lounibos LP, Lourenço-de-Oliveira R, Juliano SA 2004. Interspecific competition between two invasive species of container mosquitoes in Brazil. *Ann Entomol Soc Am* 97:130-139

Carbajo AE, Curto SI, Schweigmann NJ 2006. Spatial distribution pattern of oviposition in the mosquito *Aedes aegypti* in relation to urbanization in Buenos Aires: southern fringe bionomics of an introduced vector. *Med Vet Entomol* 20:209-18

Casanova C & Prado AP 2002. Key-factor analysis of immature stages of *Aedes scapularis* (Diptera: Culicidae) populations in southeastern Brazil. *Bull Ent Res* 92:271-277

Chang LH, Hsu EL, Teng HJ, Ho CM 2007. Differential survival of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) larvae exposed to low temperatures in Taiwan. *J Med Entomol* 44(2):205-210

Corbet PS & Chadee DD 1993. An improved method for detecting substrate preferences shown by mosquitoes that exhibit "skip oviposition". *Phys Entomol* 18: 114-118

Consoli RAGB & Lourenço-de-Oliveira R 1994. *Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil*, Editora Fiocruz, Rio de Janeiro, 225 pp

Corbet PS & Chadee DD 1993. An improved method for detecting substrate preferences shown by mosquitoes that exhibit "skip oviposition". *Phys Entomol* 18: 114-118

De Simone TS, Nogueira RMR, Araujo ESM, Guimaraes FR, Santos FB, Schatzmayr HG, Souza RV, Filho GT, Miagostovich MP 2004. Dengue virus surveillance: the co-circulation of DENV-1, DENV-2 and DENV-3 in the State of Rio de Janeiro, Brazil. *Trans R Soc Trop Med Hyg* 98(9):553-62

Degallier N, Teixeira JMS, Soares SS, Pereira RD, Pinto SCF, Chaib AJM, Vasconcelos PFC, Oliveira E 2003. *Aedes albopictus* may not be vector of dengue virus in human epidemics in Brazil. *Rev Saude Publica* 37: 386-387.

European Centre for Disease Prevention and Control 2009. *Development of Aedes albopictus risk maps*. ECDC technical report, Stockholm, 45 pp

Figueiredo LTM 2007. Emergent arboviruses in Brazil. *Rev Soc Bras Med Trop* 40(2):224-229

Focks DA & Chadee DD 1997. Pupal survey: an epidemiologically significant surveillance method for *Aedes aegypti*: an example using data from Trinidad. *Am J Trop Med Hyg* 56:159-167

Focks D 2003. *A review of entomological sampling methods and indicators for dengue vectors*. Geneva, WHO, 40pp.

Forattini OP 1986. Identificação de *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Skuse) no Brasil. *Rev Saude Publica* 20:244-245

Forattini OP 1996. *Culicidologia médica volume 1*, Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo, 549 pp

Forattini OP 2002. *Culicidologia médica volume 2*, Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo, 860 pp

Forattini OP, Kakitani I, Massad E, Marucci D 1995. Studies on mosquitoes (Diptera: Culicidae) and anthropic environment. 9 - Synanthropy and epidemiological role of *Aedes scapularis* in South-Eastern Brazil. *Rev Saude Publica* 29:199-207

Forattini OP, Kakitani I, Sallum MAM 1997. Encontro de criadouros de *Aedes scapularis* (Diptera: Culicidae) em recipientes artificiais. *Rev Saude Publica* 31(5):519-522

FUNASA 2001. *Dengue instruções para pessoal de combate ao vetor: manual de normas técnicas*, Ministério da Saúde, Brasília, 84pp

Gomes AC & Marques GRAM 1988. Encontro de criadouro natural de *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Skuse), estado de São Paulo, Brasil. *Rev Saude Publica* 22(3):245

Gratz NG 2004. Critical review of the vector status of *Aedes albopictus*. *Med Vet Entomol* 18: 215-227

Gubler DJ & Kuno G 1997. *Dengue and dengue hemorrhagic fever*, CAB International, New York, 478pp

Gubler DJ 1998. Dengue and dengue hemorrhagic fever. *Clin Microbiol Rev* 11: 480-496

Guimaraes AE & Arle M 1984. Mosquitos no parque nacional da Serra dos Órgãos, estado do Rio de Janeiro, Brasil. I - Distribuição estacional. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 79(3):309-323

Gurugama P, Garg P, Perera J, Wijewickrama A, Seneviratne SL 2010. Dengue viral infections. *Indian J Dermatol* 55:68-78

Halstead SB 1988. Pathogenesis of dengue: challenges to molecular biology. *Science* 239:476-481

Halstead SB 2008. Dengue virus-mosquito interactions. *Annu Rev Entomol* 53:273-291

Hawley WA 1988. The biology of *Aedes albopictus*. *J Am Mosq Control Assoc* 4(Suppl):1-40

Honorio NA & Lourenço-de-Oliveira R 2001. Frequência de larvas e pupas de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* em armadilhas, Brasil. *Rev Saude Publica* 35: 385-391

Honorio NA, Cabello P, Codeço CT, Lourenço-de-Oliveira R 2006. Preliminary data on the performance of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* immatures developing in water-filled tires in Rio de Janeiro. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 101:225-228.

Honorio NA, Castro MG, Barros FSM, Magalhães MAFM, Sabroza PC 2009. Padrões da distribuição espacial do *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* em uma zona de transição no Rio de Janeiro, Brasil. *Cad. Saude Publica* 25(6):1203-1214

Hull B, Tikasingh E, Souza M, Martinez R 1984. Natural transovarial transmission of dengue 4 virus in *Aedes aegypti* in Trinidad. *Am J Trop Med Hyg* 33(6):1248-1250

Joshi V , Mourya DT, Sharma RC 2002. Persistence of dengue-3 virus through transovarial transmission passage in successive generations of *Aedes aegypti* mosquitoes. *Am J Trop Med Hyg* 67:158–61

Juliano SA 1998. Species introduction and replacement among mosquitoes: interspecific resource competition or apparent competition? *Ecology* 79:255-268

Juliano SA 2009. Species interactions among larval mosquitoes: context dependence across habitat gradients. *Annu Rev Entomol* 54:37-56.

Juliano SA, Lounibos LP, O'Meara GF 2004. A field test for competitive effects of *Aedes albopictus* on *A. aegypti* in South Florida: differences between sites of coexistence and exclusion? *Oecologia* 139:583–93

Juliano SA, Lounibos LP 2005. Ecology of invasive mosquitoes: effects on resident species and on human health. *Ecol Lett* 8:558–574.

Khin MM & Than KA 1983. Transovarial transmission of dengue 2 virys by *Aedes aegypti* in nature. *Am J Trop Med Hyg* 32(3):590-594

Lima-Camara TN, Honório NA, Lourenço-de-Oliveira R 2006. Frequência e distribuição espacial de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* (Diptera, Culicidae) no Rio de Janeiro, Brasil. *Cad Saúde Pública* 22(10):109-118.

Livdahl TP, Willey MS 1991. Prospects for an invasion: Competition between *Aedes albopictus* and native *Aedes triseriatus*. *Science* 253:189-191

Lopes J 1997. Ecologia de mosquitos (Diptera: Culicidae) em criadouros naturais e artificiais de área rural do Norte do Estado do Paraná, Brasil. V. Coleta de larvas em recipientes artificiais instalados em mata ciliar. *Rev. Saude Publica* 31(4):370-377

Lopes J, Silva MAN, Borsato AM, Oliveira VDRB, Oliveira FJA 1993. *Aedes (Stegomyia) aegypti* L. e a culicidaeofauna associada em área urbana da região sul, Brasil. *Rev Saude Publica* 27(5):326-333

Lounibos LP 2002. Invasions by insect vectors of human disease. *Annu Rev Entomol* 47:233-266

Lourenco-de-Oliveira R, Deane LM 1995. Presumed *Dirofilaria immitis* infection in wild-caught *Aedes taeniorhynchus* and *Aedes scapularis* in Rio de Janeiro, Brazil. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 90(3):387-388

Lourenço-de-Oliveira R 1984. Alguns aspectos da ecologia dos mosquitos (Diptera: Culicidae) de uma área de planície (Granjas Calábria), em Jacarepaguá, Rio de Janeiro. I. Frequência comparativa das espécies em diferentes ambientes e métodos de coleta. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 79(4):479-490

Lourenco-de-Oliveira R, Heyden R, Silva TF 1986. Alguns aspectos da ecologia dos mosquitos (Diptera: Culicidae) de uma área de planície (Granjas Calábria), em Jacarepaguá, Rio de Janeiro. V. Criadouros. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 81(3):265-271

Lourenço-de-Oliveira R, Castro MG, Braks MAH, Lounibos LP 2004. The invasion of urban forest by dengue vectors in Rio de Janeiro. *J Vector Ecol* 29:94-100

Lourenço de Oliveira R, Vazeille M, de Filippis AM, Failloux AB 2003. Large genetic differentiation and low variation in vector competence for dengue and yellow fever viruses of *Aedes albopictus* from Brazil, the United States, and the Cayman Islands. *Am J Trop Med Hyg* 69:105-114

Macedo FC, Labarthe N, Lourenço-de-Oliveira R 1998. Susceptibility of *Aedes scapularis* (Rondani, 1848) to *Dirofilaria immitis* (Leidy, 1856), an emerging zoonosis. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 93(4):435-437

Maciel-de-Freitas R, Neto RB, Gonçalves JM, Codeço CT, Lourenço-de-Oliveira R 2006. Movement of dengue vectors between the human modified environment and an urban forest in Rio de Janeiro. *J Med Entomol* 43:1112-20

Maciel-de-Freitas R, Marques WA, Peres RC, Cunha SP, de Oliveira RL 2007b. Variation in *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) container productivity in a slum and a suburban district of Rio de Janeiro during dry and wet seasons. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 102:489-496

Mackay AJ, Amador M, Diaz A, Smith J, Barrera R 2009. Dynamics of *Aedes aegypti* and *Culex quinquefasciatus* in septic tanks. *J Am Mosq Control Assoc* 25(4):409-416

Miller BR & Ballinger ME 1988. *Aedes albopictus* mosquitoes introduced into Brazil: vector competence for yellow fever and dengue viruses. *Trans R Soc Trop Med Hyg* 82:476-477

Ministério da Saúde 2010. Doenças infecciosas e parasitárias: guia de bolso 8th ed., Ministério da Saúde, Brasília, 444pp

Mitchell CJ & Forattini OP 1984. Experimental transmission of Rocio encephalitis virus by *Aedes scapularis* (Diptera: Culicidae) from the epidemic zone in Brazil. *J Med Entomol* 21(1):34-37

Nogueira RM, Schatzmayr HG, de Filippis AM, dos Santos FB, da Cunha RV, Coelho JO, de Souza LJ, Guimarães FR, de Araújo ES, De Simone TS, Baran M, Teixeira G Jr, Miagostovich MP 2005. Dengue virus type 3, Brazil, 2002. *Emerg Infect Dis* (9):1376-1381

Nogueira RMR, Araújo JMG, Schatzmayr HG. Dengue viruses in Brazil, 1986-2006 2007. *Rev Panam Salud Publica* 22(5):358-266

Novak MG, Higley LG, Christianssen CA, Rowley WA 1993. Evaluating larval competition between *Aedes albopictus* and *A. triseriatus* (Diptera: Culicidae) through replacement series experiments. *Environ Entomol* 22:311–318

O'Meara GF, Evans LF, Gettman AD, Cuda JP 1995. Spread of *Aedes albopictus* and decline of *Aedes aegypti* (Diptera:Culicidae) in Florida. *J Med Entomol* 32:554–562

Pilger D, Lenhart A, Manrique-Saide P, Siqueira JB, da Rocha WT, Kroeger A 2011. Is routine dengue vector surveillance in central Brazil able to accurately monitor the *Aedes aegypti* population? Results from a pupal productivity survey. *Trop Med Int Health* 16(9):1143-1150

Reinert JF 2000. New classification for the composite genus *Aedes* (Diptera: Culicidae: Aedini), elevation of subgenus *Ochlerotatus* to generic rank, reclassification of the other subgenera, and notes on certain subgenera and species. *J Am Mosq Control Assoc* 16:175 -188

Rezende HR, Virgens TM, Liberato MA, Valente FI, Fernandes A, Urbinatti PR 2011. Aspectos ecológicos de culicídeos imaturos em larvitampas de floresta e ambiente antrópico adjacente no Município de Linhares, Espírito Santo, Brasil. *Epidemiol Serv Saude* 20(3):385-391

Scott TW, Morrison AC, Lorenz LH, Clark GC, Strickman D, Kittayapong P, Zhou H, Edman J 2000. Longitudinal studies of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) in Thailand and Puerto Rico: population dynamics. *J Med Entomol* 37:77-88

Seng CM, Seta T, Nealon J, Socheat D 2009. Pupal sampling for *Aedes aegypti* (L.) surveillance and potential stratification of dengue high-risk areas in Cambodia. *Trop Med Int Health* 14(10):1233-1240

Serufo JC, de Oca HM, Tavares VA, Souza AM, Rosa RV, Jamal MC, Lemos JR, Oliveira MA, Nogueira RM, Schatzmayr HG 1993. Isolation of dengue virus type 1 from larvae of *Aedes albopictus* in Campos Altos city, State of Minas Gerais, Brazil. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 88(3):503-504

Silva AM & Menezes RMT 1996. Encontro de *Aedes scapularis* (Diptera: Culicidae) em criadouro artificial em localidade da região Sul do Brasil. *Rev Saude Publica* 30(1):103-104

Sprenger D, Wuithiranyagool T 1986. The discovery and distribution of *Aedes albopictus* in Harris County, Texas, USA. *J Am Mosq Control Assoc* 2:217–219

Sunahara T, Ishizaka K, Mogi M 2002. Habitat size: a factor determining the opportunity for encounters between mosquito larvae and aquatic predators. *J Vector Ecol* 27(1):8-20

Tauil P 2001. A urbanização e ecologia do dengue. *Cad Saude Publica* 17: 99-102

Tauil P 2002. Aspectos críticos do controle do dengue no Brasil. *Cad Saúde Pública* (3):867-871.

Triplehorn, CA & Johnson NF 2011. Estudo dos insetos, Cengage Learning, São Paulo, 809pp

Tun-Lin W, Burkot TR, Kay BH 2000. Effects of temperature and larval diet on development rates and survival of the dengue vector *Aedes aegypti* in north Queensland, Australia. *Med Vet Entomol* 14(1):31-37

Wellborn GA, Skelly DK, Werner EE 1996. Mecanismos creating community structure across a freshwater habitat gradient. *Annu Rev Ecol Syst* 27:337-363

Zeidler JD, Acosta POA, Barreto PP, Cordeiro JS 2008. Vírus dengue em larvas de *Aedes aegypti* e sua dinâmica de infestação, Roraima, Brasil. *Rev Saude Publica* 42(6):986-991

Zequi JAC, Lopes J, Medri IM 2005. Imaturos de Culicidae (Diptera) encontrados em recipientes instalados em mata residual no município de Londrina, Paraná, Brasil. *Rev Bras Zool* 22:656-661