



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
FACULDADE DE MEDICINA
DEPARTAMENTO DE SAÚDE COMUNITÁRIA
MESTRADO EM SAÚDE PÚBLICA

INFESTAÇÃO PELO *Aedes albopictus* (SKUSE), EM
CRIADOUROS NATURAIS E ARTIFICIAIS ENCONTRADOS EM
ÁREAS VERDES NA CIDADE DE FORTALEZA-CEARÁ

CARLOS HENRIQUE MORAIS DE ALENCAR

Orientador: Prof. Ricardo José Soares Pontes

Fortaleza, 2008

CARLOS HENRIQUE MORAIS DE ALENCAR

INFESTAÇÃO PELO *Aedes albopictus* (SKUSE), EM CRIADOUROS NATURAIS E ARTIFICIAIS ENCONTRADOS EM ÁREAS VERDES NA CIDADE DE FORTALEZA-CEARÁ.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Saúde Pública / Saúde Coletiva do Departamento de Saúde Comunitária da Faculdade de Medicina da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Saúde Pública.

APROVADA EM ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

**RICARDO JOSÉ SOARES PONTES
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ - UFC**

**JORG HEUKELBACH
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ - UFC**

**JOSÉ WELLINGTON DE OLIVEIRA LIMA
UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ – UECE**

**MARIA IZABEL FLORINDO GUEDES
UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ – UECE**

A353i Alencar, Carlos Henrique Morais de
Infestação pelo *Aedes albopictus* (Skuse), em criadouros
naturais e artificiais encontrados em áreas verdes na cidade
de Fortaleza-Ceará / Carlos Henrique Morais de Alencar. –
Fortaleza, 2008.
121 f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo José Soares Pontes
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do
Ceará. Curso de Mestrado em Saúde Pública, Fortaleza-Ce,
2008.

1. Controle de vetores 2. Dengue 3. Doenças –
prevenção e controle 4. Epidemiologia 5. *Aedes albopictus*
I. Pontes, Ricardo José Soares (Orient.). II. Título.

CDD 616.921

Dedicatória

***Aos meus pais
que sempre me
incentivaram...***

AGRADECIMENTOS

A toda minha família, pelo apoio e incentivo aos estudos, especialmente aos meus pais.

Ao Professor Ricardo José Soares Pontes, pela orientação e apoio.

Ao Professor e amigo José Wellington de Oliveira Lima da Universidade Estadual do Ceará - UECE, pela intensa orientação.

Ao Prof. Alberto Novaes Ramos Jr. pelos momentos de ajuda com o decorrer do projeto e pela confiança depositada.

Às amigas Jaqueline Caracas e Maria de Jesus pelas oportunidades concedidas, incentivos e amizade construída.

Ao servidor da Fundação Nacional de Saúde (FUNASA), João Batista Vieira, pela ajuda nas coletas de campo.

Ao servidor da prefeitura Carlos Alberto, pelas informações e disponibilidade de material para a realização das coletas em campo.

À Secretaria Municipal de Saúde, pela disponibilidade de dados e materiais de pesquisa.

Aos grandes amigos Victor Emanuel Pessoa Martins e Luciano Pamplona de Goés Cavalcanti, pelas discussões sobre o objeto da pesquisa.

Às secretárias do Mestrado em Saúde Pública da Universidade Federal do Ceará (UFC), Zenaide e Dominik, pela amizade construída e companhia.

Aos alunos de iniciação científica, sem os quais este projeto não teria sido realizado com o mesmo primor.

Aos integrantes da banca examinadora: Jorg Heukelbach, da Universidade Federal do Ceará, José Wellington e Maria Izabel ambos da Universidade Estadual do Ceará.

Aos colegas e professores do Curso de Pós-Graduação em Saúde Pública da UFC, que ajudaram direta ou indiretamente na concretização deste trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de mestrado concedida.

RESUMO

O *Aedes albopictus* é vetor de diversas arboviroses e utiliza os criadouros naturais como local de reprodução. O objetivo deste estudo foi descrever os determinantes da infestação pelo *Ae. albopictus* em áreas verdes na cidade de Fortaleza. Trata-se de estudo descritivo exploratório realizado em quatro áreas com alta concentração de árvores e presença de criadouros naturais. Foram caracterizados os aspectos ambientais e físicos dos criadouros, a dinâmica populacional e a possibilidade de criadouros naturais servirem como fonte mantenedora de ovos viáveis na estação não chuvosa. O estudo foi composto por duas etapas ao longo do ano de 2007. A primeira etapa realizada na estação chuvosa, com coleta de toda a água existente dentro dos criadouros, naturais ou artificiais. A segunda etapa foi realizada na estação não chuvosa, quando foi coletado o material interno dos criadouros naturais. As características dos criadouros foram classificadas de acordo com a literatura e relacionadas com a presença de formas imaturas de *Ae. albopictus*. Na estação chuvosa, dos 62 criadouros existentes 49 (79%) eram naturais e destes 25 (51%) estavam infestados pelo *Ae. albopictus*. Dentre as árvores com criadouros positivos as do gênero *Terminalia*, *Acácia*, *Bambusa* e *Magnifera* se destacaram. O *Ae. albopictus* foi habitante solitário em 24 (96%) dos criadouros naturais e a maior densidade de larvas se deu nos criadouros de menor volume e mais próximos do solo. Nove (37,5%) criadouros se mantiveram infestados nas duas estações e outros cinco apenas na estação chuvosa (14; 30,4%; IC 95%: 16,62 – 44,25). Conclui-se que os criadouros naturais, em árvores de vários gêneros, oferecem condições adequadas para a manutenção de formas imaturas de *Ae. albopictus*. Neste sentido pode haver sua propagação na estação chuvosa seguinte na área urbana de Fortaleza. Esse cenário amplia os desafios para o controle do dengue e de outros processos infecciosos transmitidos por este vetor.

ABSTRACT

The *Aedes albopictus* mosquito is a vector of several different arboviruses and uses natural breeding sites for its reproduction. The objective of this study was to describe the determinants of *Ae. albopictus* infestation in verdant areas of Fortaleza, Ceará (Brazil). It is a descriptive, exploratory study conducted in four areas of the city with a high density of vegetation and the presence of natural breeding sites. The environmental, populational and physical aspects of these areas were detailed as well as the possibility that they serve as a source of protection for viable eggs in the dry season. The study was composed of two parts conducted throughout 2007. The first was undertaken during the rainy season with water samples taken from natural and artificial breeding sites. The second took place in the dry season and samples were collected only from within the natural breeding sites. These areas were classified in accordance with the literature and correlated with the presence of immature forms of *Ae. albopictus*. During the rainy period, of the 62 breeding areas in existence, 49 (79%) were natural and of these, 25 (51%) were infested with *Ae. albopictus*. Among the trees that tested positively in these areas, the genera *Terminalia*, *Acacia*, *Bambusa* and *Magnifera* stood out, while in the artificial breeding sites tires, opened coconuts and small plastic containers were most common. *Ae. albopictus* was the lone inhabitant of 24 (96%) of the natural breeding sites and the greatest density of larvae was found in areas of lesser vegetation and closer to the soil, whereas tires held the higher density within the artificial areas. Nine (37.5%) natural breeding sites continued to be infested in the two seasons and five others only in the rainy season (14; 30.4%; CI 95%: 16.62 – 44.25). In general terms, there was infestation of 51.0% of natural breeding only in the rainy season, 30.4% in only the dry season and 63.8% if considered in totality. One can conclude that trees of several genera in natural breeding areas offer adequate conditions for the development of immature forms of *Ae. albopictus* at several stages. In this sense, there may be expanded propagation in the next rainy season in the urban areas of Fortaleza. This scenario amplifies the challenges inherent in the control of dengue fever and other infectious diseases transmitted by this vector.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Ovos de <i>Aedes albopictus</i>	02
Figura 2 – Características morfológicas de larvas de <i>Aedes aegypti</i> ou de <i>Aedes albopictus</i> com os principais diferenciais	08
Figura 3 – Identificação das diferenças entre as espículas latero-torácicas quitinizadas de larvas de <i>Aedes aegypti</i> e <i>Aedes albopictus</i>	09
Figura 4 – Distribuição e estrutura das escamas do oitavo segmento abdominal de larvas de <i>Aedes aegypti</i> e <i>Aedes albopictus</i> – formato em detalhe	10
Figura 5 – Porção terminal de pupas com destaque à cerda no último segmento (1) e palheta natatória com cílios(2), característicos de cada espécie	11
Figura 6 – Diferença morfológica entre o <i>Aedes aegypti</i> e <i>Aedes albopictus</i> e pelos desenhos das escamas prateadas na cabeça e no dorso do tórax para os adultos.....	14
Figura 7 – Distribuição do <i>Aedes albopictus</i> nos diversos continentes, áreas limitadas por linha e hachuradas (com base em Forattini, 2002)	21
Figura 8 – Presença de <i>Aedes albopictus</i> na Europa (janeiro de 2007).....	23
Figura 9 – Mapa do Brasil com distribuição geográfica da primeira identificação do <i>Ae. albopictus</i> nos estados, ao longo dos anos de 1986 a 2007.....	25
Figura 10 – Distribuição do <i>Aedes africanus</i> no continente africano	36
Figura 11 – Distribuição do <i>Aedes luteocephalus</i> no continente africano	37
Figura 12 – Vista aérea da cidade de Fortaleza identificando os quatro bairros da cidade que foram selecionados para a pesquisa, no município de Fortaleza – Ceará	41

Figura 13 – Vista aérea do bairro São João do Tauape identificando o parque Adahil Barreto, no município de Fortaleza – Ceará.....	44
Figura 14 – Vista aérea do Parque Adahil Barreto, no bairro São João do Tauape, Fortaleza – Ceará.....	44
Figura 15 – Vista aérea do bairro Joaquim Távora, identificando o parque Rio Branco, no município de Fortaleza – Ceará.....	45
Figura 16 – Vista aérea do Parque Rio Branco, no bairro Joaquim Távora, Fortaleza – Ceará.....	45
Figura 17 – Vista aérea do bairro Maraponga, identificando o entorno da Lagoa da Maraponga, no município de Fortaleza – Ceará	46
Figura 18 – Vista aérea do entorno da Lagoa da Maraponga, no bairro Maraponga, município de Fortaleza – Ceará	46
Figura 19 – Vista aérea do bairro Pici, identificando o Campus do Pici, município de Fortaleza – Ceará	47
Figura 20 – Vista aérea do Campus do Pici, no bairro do Pici, município de Fortaleza – Ceará.....	47
Figura 21 – Pluviosidade (mm) em Fortaleza de acordo com a FUNCEME com identificação dos meses onde foram realizadas as coletas em campo, no ano de 2007	48
Figura 22 – Armadilha do tipo ovitrampa, utilizada para a detecção de adultos e coleta de ovos de culicídeos – vista completa.....	49
Figura 23 – Palheta de Eucatex com área rugosa voltada para fora, o que permite a oviposição do mosquito	49
Figura 24.1 – Método utilizado para a coleta de ovos de <i>Aedes albopictus</i> em ocas de arvore secos devido à ausência de chuva	52

Figura 24.2 – Método utilizado para a coleta de ovos de <i>Aedes albopictus</i> em occos de arvore secos devido à ausência de chuva – visão aproximada	52
Figura 24.3 – Método utilizado para a coleta de ovos de <i>Aedes albopictus</i> em occos de árvore secos e com abertura de raio pequeno	53
Figura 24.4 – Método utilizado para a coleta de ovos de <i>Aedes albopictus</i> em occos de árvore secos e com abertura de raio pequeno – visão aproximada	53
Figura 25.1 – Método alternativo utilizado para a coleta de ovos de <i>Aedes albopictus</i> em ocoss de árvore secos e com abertura de raio pequeno	54
Figura 25.2 – Método alternativo utilizado para a coleta de ovos de <i>Aedes albopictus</i> em ocoss de árvore secos e com abertura de raio pequeno	54
Figura 26 – Exemplo de um criadouro natural encontrado infestado por formas imaturas de <i>Aedes albopictus</i> do parque Adahil Barreto na cidade de Fortaleza	57
Figura 27.1 – Exemplo de criadouro natural encontrado vedado com argamassa impedindo a infestação por formas imaturas de <i>Aedes albopictus</i> no parque Rio Branco na cidade de Fortaleza	58
Figura 27.2 – Exemplo de criadouro natural encontrado vedado com areia impedindo a infestação por formas imaturas de <i>Aedes albopictus</i> no parque Rio Branco na cidade de Fortaleza.....	58
Figura 28.1 – Exemplo de criadouro natural infestado por formas imaturas de <i>Aedes albopictus</i> no entorno da lagoa da Maraponga na cidade de Fortaleza.....	59
Figura 28.2 – Exemplo de criadouro natural encontrado vedado com argamassa impedindo a infestação por formas imaturas de <i>Aedes albopictus</i> no entorno da lagoa da Maraponga na cidade de Fortaleza	59
Figura 29.1 – Exemplo de criadouro natural infestado por formas imaturas de <i>Aedes albopictus</i> no Campus do Pici na cidade de Fortaleza.....	60

Figura 29.2 – Exemplo de criadouro natural encontrado com vedação de argamassa inutilizada no Campus do Pici na cidade de Fortaleza	60
Figura 30.1 – Identificação dos criadouros artificiais encontrados nas quatro áreas com alta concentração de árvores pesquisadas na cidade de Fortaleza – tipo: pneu.....	61
Figura 30.2 – Identificação dos criadouros artificiais encontrados nas quatro áreas com alta concentração de árvores pesquisadas na cidade de Fortaleza – tipo: placa de formatura com uma calha	61
Figura 31.1 – Identificação dos criadouros naturais infestados encontrados nas quatro áreas com alta concentração de árvores pesquisadas na cidade de Fortaleza – tipo bifurcação em árvore (Parque Adahil Barreto).....	64
Figura 31.2 – Identificação dos criadouros naturais encontrados nas quatro áreas com alta concentração de árvores pesquisadas na cidade de Fortaleza – tipo raiz tabular em árvore (Parque Adahil Barreto)	65
Figura 31.3 – Identificação dos criadouros naturais encontrados nas quatro áreas com alta concentração de árvores pesquisadas na cidade de Fortaleza – tipo oco em árvore (Parque Adahil Barreto).....	65
Figura 32 – Fonte desativada, apresentando água de chuva, infestada com formas imaturas de <i>Culex spp.</i> , vistoriada na estação chuvosa, no Campus do Pici na cidade de Fortaleza, no ano de 2007	70
Figura 33 – Vista aérea do parque Adahil Barreto com identificação das árvores com criadouros naturais viáveis, infestados (vermelho) e não infestados (amarelo), e inviáveis (verde) na estação chuvosa (acima) e não chuvosa (abaixo)	78

Figura 34 – Vista aérea do parque Rio Branco com identificação das árvores com criadouros naturais viáveis, infestados (vermelho) e não infestados (amarelo), e inviáveis (verde) no estação chuvosa (acima) e não chuvosa (abaixo)	79
Figura 35 – Vista aérea do entorno da Lagoa da Maraponga com identificação das árvores com criadouros naturais viáveis, infestados (vermelho) e não infestados (amarelo), e inviáveis (verde) na estação chuvosa (acima) e não chuvosa (abaixo)	80
Figura 36 – Vista aérea do Campus do Pici com identificação das árvores com criadouros naturais viáveis, infestados (vermelho) e não infestados (amarelo), e inviáveis (verde) na estação chuvosa (acima) e não chuvosa (abaixo)	81

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Características (variáveis categóricas) de criadouros naturais (N=49) examinados num inquérito entomológico para detecção da presença de <i>Aedes albopictus</i> em locais com uma alta concentração de árvores, na cidade de Fortaleza, no ano de 2007.....	56
Tabela 2 – Características (variáveis contínuas) de criadouros naturais (N=49) examinados num inquérito entomológico para detecção da presença de <i>Aedes albopictus</i> em locais com uma alta concentração de árvores, na cidade de Fortaleza, no ano de 2007	57
Tabela 3 – Número de criadouros, naturais ou artificiais (N=62), com a presença de formas imaturas de <i>Aedes albopictus</i> , na estação chuvosa, em quatro áreas com alta concentração de árvores pesquisadas na cidade de Fortaleza, no ano de 2007	62
Tabela 4 – Número de criadouros por gêneros de árvore e infestação pelo <i>Aedes albopictus</i> , na estação chuvosa, em locais com uma alta concentração de árvores, na cidade de Fortaleza, no ano de 2007	63
Tabela 5 – Relação entre características (variáveis contínuas) dos criadouros naturais e infestação pelo <i>Aedes albopictus</i> , na estação chuvosa, em locais com uma alta concentração de árvores, na cidade de Fortaleza, no ano de 2007	66
Tabela 6 – Relação entre características (variáveis categóricas) dos criadouros naturais e infestação pelo <i>Aedes albopictus</i> , na estação chuvosa, em locais com uma alta concentração de árvores, na cidade de Fortaleza, no ano de 2007	67

Tabela 7 – Número de criadouros, naturais ou artificiais (N=36), positivos por culicídeos, durante a estação chuvosa, em áreas com alta concentração de árvores da cidade de Fortaleza, no ano de 2007	68
Tabela 8 – Composição da fauna de culicídeos em criadouros naturais, na estação chuvosa, em quatro áreas com alta concentração de árvores da cidade de Fortaleza, no ano de 2007.....	69
Tabela 9 – Composição da fauna de culicídeos em criadouros artificiais, na estação chuvosa, em quatro áreas com alta concentração de árvores da cidade de Fortaleza, no ano de 2007.....	70
Tabela 10 – Número de espécimes de <i>Aedes albopictus</i> por sexo coletados na estação chuvosa, nos criadouros naturais e artificiais de quatro áreas com alta concentração de árvores da cidade de Fortaleza, no ano de 2007.....	71
Tabela 11 – Distribuição de formas imaturas de <i>Aedes albopictus</i> na estação chuvosa, segundo o volume e altura de criadouros naturais situados em locais com uma alta concentração de árvores, na cidade de Fortaleza, no ano de 2007	72
Tabela 12 – Distribuição da densidade de formas imaturas por litro de água de <i>Aedes albopictus</i> na estação chuvosa, segundo o volume altura de criadouros naturais situados em locais com uma alta concentração de árvores, na cidade de Fortaleza, no ano de 2007.....	73
Tabela 13 – Distribuição de formas imaturas de <i>Aedes albopictus</i> na estação chuvosa, e ovos de na estação não chuvosa, em criadouros naturais situados em locais com uma alta concentração de árvores, na cidade de Fortaleza, no ano de 2007	74

Tabela 14 – Distribuição de formas imaturas de <i>Aedes albopictus</i> na estação chuvosa, e ovos de na estação não chuvosa, segundo o volume de criadouros naturais situados em locais com uma alta concentração de árvores, na cidade de Fortaleza, no ano de 2007.....	75
Tabela 15 – Infestação de criadouros naturais pelo <i>Aedes albopictus</i> , durante a estação chuvosa e durante a estação não chuvosa, em locais com uma alta concentração de árvores, na cidade de Fortaleza, no ano de 2007.....	76
Tabela 16 – Prevalência de criadouros naturais infestados na estação chuvosa, ou estação não chuvosa, ou em ambas, em locais com uma alta concentração de árvores, na cidade de Fortaleza, no ano de 2007	77
Tabela 17 – Índices de infestação pelo <i>Aedes albopictus</i> encontrados, na estação chuvosa, em locais com uma alta concentração de árvores na cidade de Fortaleza, no ano de 2007.....	78

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Principais vírus, modo de infecção, tipo de transmissão e situação de infecção na natureza do <i>Aedes albopictus</i>	30
Quadro 2 – Bairros selecionados para a coleta e pesquisa em campo dos determinantes da infestação do <i>Aedes albopictus</i> em áreas com alta concentração de árvores da cidade de Fortaleza, no ano de 2007	41

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	1
1.1 Biologia do <i>Aedes albopictus</i> e Descrição de seus Criadouros.....	1
1.1.1 Ovos	2
1.1.2 Larvas.....	6
1.1.3 Pupas	10
1.1.4 Adultos	11
1.1.5 Hospedeiros	14
1.1.6 Criadouros e Aspectos Ambientais.....	16
1.2 Distribuição Geográfica do <i>Aedes albopictus</i> no Mundo	20
1.3 Distribuição Geográfica do <i>Aedes albopictus</i> no Brasil	23
1.4 Interação entre o <i>Aedes albopictus</i> e <i>Aedes aegypti</i>	25
1.5 Potencialidades como Vetor	28
1.5.1 Potencialidade como Vetor da Febre Amarela e Dengue.....	33
1.6 Outros Vetores da Dengue	35
1.6.1 <i>Aedes africanus</i>	35
1.6.2 <i>Aedes luteocephalus</i>	36
1.6.3 <i>Aedes polynesiensis</i>	37
1.7 Justificativa	38
2. OBJETIVOS	39
2.1 Objetivo Geral.....	39
2.2 Objetivos Específicos	39
3. MATERIAL E MÉTODOS	40
3.1 Modelo do Estudo.....	40
3.2 Características das Áreas Seleccionadas	40
3.2.1 Área 1 – Bairro São João do Tauape – Parque Adahil Barreto	42
3.2.2 Área 2 – Bairro Joaquim Távora – Parque Rio Branco.....	42
3.2.3 Área 3 – Bairro Maraponga – Entorno da Lagoa da Maraponga	42
3.2.4 Área 4 – Bairro Pici – Campus do Pici.....	43
3.3 Levantamento Entomológico	48
3.4.1 Presença de Adultos	49

3.5 Caracterização dos Criadouros Estudados	50
3.6 Viabilidade dos Ovos na Estação Não Chuvosa	51
3.8 Processamentos e Análises de Dados	55
4. RESULTADOS	56
4.1 Caracterização geral dos criadouros encontrados nas áreas com alta concentração de árvores	56
4.2 Tipos e características dos criadouros naturais infestados	62
4.3 Composição da fauna de culicídeos encontrada nos criadouros naturais e artificiais.....	67
4.4 Produtividade de larvas ovos de <i>Aedes albopictus</i>	71
4.5 Viabilidade dos criadouros naturais e manutenção de ovos de <i>Aedes albopictus</i>	74
5. DISCUSSÃO	80
5.1 Viabilidade dos Criadouros Naturais e Manutenção de Ovos.....	81
5.2 Características das Áreas Infestadas pelo <i>Aedes albopictus</i>	82
5.3 Ocupação do Criadouro Natural pelo <i>Aedes albopictus</i>	83
5.4 Características dos criadouros naturais infestados pelo <i>Aedes albopictus</i>	84
5.5 Produtividade de Criadouros Infestados pelo <i>Aedes albopictus</i>	86
5.6 Relação do <i>Aedes albopictus</i> com Outras Espécies	87
5.7 Principais Limitações do Estudo	88
6. CONCLUSÃO	90
7. REFERÊNCIAS	91
8. ANEXO	102

1. INTRODUÇÃO

O conjunto de mosquitos do gênero *Aedes* é muito grande, compreendendo mais de 900 espécies distribuídas por 44 subgêneros. Estes culicídeos apresentam distribuição mundial, com sua grande maioria pertencente às regiões oriental, australásica e oceaniana. Com relação à neotropical, nota-se relativa pobreza de representantes e somente nove subgêneros foram encontrados até agora nas Américas: *Ochlerotatus*; *Stegomyia*; *Aedimorphus*; *Howardiana*; *Gymnometopa*; *Protomacleaya*; *Kompia*; *Abraedes*; *Aztecaedes* (Forattini, 2002).

A maioria das espécies americanas está incluída nos subgêneros *Ochlerotatus*, *Howardiana* e *Protomacleaya*. As espécies de *Stegomyia* são principalmente afrotropicais, paleárticas e orientais. Entretanto, devido ao desenvolvimento dos meios de transporte, duas delas foram introduzidas no continente americano, *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*, e, embora tenham sido objeto de erradicação em todo o continente, no momento atual estas espécies podem ser consideradas parte da fauna culicínea neotropical (Forattini, 2002).

O *Ae. albopictus* é uma espécie com origem da floresta tropical do sudeste da Ásia. Foi descrito originalmente por Skuse (1895) em Calcutá, Índia e em vista disso o mosquito recebeu o nome de “Tigre Asiático” (Consoli e Lourenço, 1994; Forattini, 2002). Ocorre naturalmente em regiões de clima temperado e tropical do globo, particularmente na Região Oriental, Austrália, Nova Guiné, Madagascar, oeste do Irã e Japão. Atualmente também é encontrado no continente americano (Calado e Silva, 2002; Segura *et al.*, 2003).

1.1 Biologia do *Aedes albopictus* e Descrição de seus Criadouros

Filogeneticamente a espécie pertence à ordem Díptera, subordem Nematocera, família Culicidae, gênero *Aedes*, subgênero *Stegomyia*, grupo *Scutellaris* e subgrupo *Albopictus*.

Os insetos incluídos no grupo *Scutellaris* apresentam membros que podem ser facilmente diferenciados pelas características das formas adultas (Belkin, 1962). Entretanto, com relação à região neotropical esta é uma espécie exótica e a

diferenciação quanto à morfologia externa deverá ser feita com relação ao *Ae. aegypti*, que é amplamente disperso no Brasil.

Em vários aspectos sua biologia e ecologia são comparáveis com a do *Ae. aegypti*, sendo muito similares suas morfologias como larvas, pupas e adultos. Esta espécie é facilmente colonizável em laboratório, mostrando muitas semelhanças comportamentais com o *Ae. aegypti*.

1.1.1 Ovos

Os ovos do *Ae. albopictus* são fertilizados momentos antes da postura. Após a postura inicia-se o desenvolvimento embrionário, cuja duração depende diretamente da temperatura e umidade relativa.

Em observações de laboratório tem-se demonstrado que o embrionamento dos ovos de cepas asiáticas do *Ae. albopictus* se dá em períodos de dois a quatro dias a temperaturas de 24 a 27°C (Hawley, 1988). As condições ideais para embriogênese de cepas americanas se dão sob uma temperatura média de 21°C, uma umidade relativa de 70% a 80% e um período luminoso de 16 horas diurnas, durante seis a sete dias (Hanson e Craig, 1994). Uma vez completada a embriogênese os ovos podem permanecer fora da água e quase completamente secos durante períodos prolongados sem perda de viabilidade (figura 1).



Figura 1 - Ovos de *Aedes albopictus*

A sobrevivência do ovo depende de uma combinação de pressões seletivas. Entre as ocorrências que produzem perda de ovos se destacam a dissecação, a predação e o congelamento. A sobrevivência do ovo, também pode

ser afetada por alguns fatores genéticos da fêmea, como ovos não embrionados que são ovipostos ou os que se perdem por não estarem aderidos adequadamente a um substrato (Focks *et al.*, 1994; Hanson e Craig, 1995).

O número de ovos de *Ae. albopictus* que sobrevivem à escassez de umidade parece depender da fase de desenvolvimento dos embriões antes de estar expostos às condições de ausência de água. Gubler (1971) encontrou que os ovos de *Ae. albopictus* são resistentes a condições de seca se forem conservados em um meio úmido durante quatro dias antes de expô-los à dessecação (Gubler, 1970). No mesmo estudo foi registrada uma longevidade máxima do ovo de 243 dias a 25° C e uma umidade relativa de 70 a 75%.

Um fator dependente da densidade de ovos de *Ae. albopictus*, que parece desempenhar um papel importante na sua sobrevivência, é a predação. Sua sobrevivência parece depender de que sejam poucos e estejam separados uns dos outros.

Com relação à concentração de alimento na água verificou-se que, ao se utilizar apenas água submetida à aeração, os ovos eclodiam em porcentagem reduzida e com período de incubação elevado (Calado e Silva, 2002). Entretanto, quando o alimento foi adicionado em meio líquido, os ovos logo eclodiram, indicando que necessitam de estímulos químicos para que ocorra a eclosão (Calado e Silva, 2002). A rapidez do desenvolvimento e o grau de sobrevivência das larvas de *Ae. albopictus* estão diretamente ligados à disponibilidade de alimentação natural (Barrera *et al.*, 1995).

As fêmeas de *Ae. albopictus* põem os ovos um por um e os distribuem por todo o recipiente a diversas distâncias da superfície da água. Os ovos eclodem quando se expõem a um estímulo específico. Outro parâmetro importante para a eclosão de ovos é a quantidade de oxigênio dissolvido na água. Os níveis baixos de oxigênio, em geral relacionados com níveis elevados de atividade microbiana e de nutrientes na água, estimulam a eclosão (Edgerly *et al.*, 1999). Quando o ovo está úmido existem microorganismos que colonizam sua superfície, o que leva a uma diminuição do oxigênio dissolvido devido a um aumento da atividade metabólica microbiana; isto por sua vez estimula a eclosão do ovo.

O *Ae. albopictus* mostra uma grande adaptabilidade a diferentes habitats (Miller e Ballinger, 1988). Esse sucesso deve-se a sua extrema variação em aspectos adaptativos, como diapausa (Hawley *et al.*, 1989) e possibilidade de sobreviver a grandes variações de temperatura (Hanson *et al.*, 1993).

A sobrevivência do *Ae. albopictus* nas zonas setentrionais depende de que todos ou a maior parte dos ovos entrem em um estado que possa retardar sua eclosão por tempo suficiente para superar o inverno. Esta propriedade, determinada geneticamente, é chamada de diapausa, e é um fenômeno no qual mecanismos neuro-hormonais atuam levando a um estado de baixa atividade metabólica devido a estímulos específicos.

Populações tropicais de *Ae. albopictus* são ativas durante todo o ano, entretanto, cepas temperadas são afetadas sazonalmente pela luz do dia e capazes de tolerar baixas temperaturas, desenvolvendo ovos que entram em diapausa no inverno. O limite norte de sobrevivência, o tempo correto para a produção de ovos com diapausa, sua conseqüente atividade e subseqüente eclosão na primavera são influenciados por um grande número de fatores bióticos e abióticos, uma combinação de fotoperíodo, temperatura, umidade e quantidade e freqüência de precipitação (Mitchell, 1995b).

Nas áreas temperadas, o estímulo abiótico parece estar relacionado ao fotoperíodo e à temperatura e sua adaptação à natureza (Hawley, 1988; Focks *et al.*, 1994). O fotoperíodo no qual o *Ae. albopictus* permuta para a produção de ovos com diapausa, conhecido como fotoperíodo crítico, varia em diferentes áreas geográficas em que o mosquito tem se adaptado ao longo dos anos.

Os dias mais curtos, com período de luz menor que 13 horas e meia desencadeiam a diapausa do ovo de *Ae. albopictus*, e as baixas temperaturas aumentam essa resposta ao fotoperíodo. Os dias mais compridos tendem a favorecer um crescimento e desenvolvimento contínuo sem diapausa. Existem outras variáveis ambientais, como a latitude e altitude que também influem na indução da diapausa no *Ae. albopictus* (Imai e Maeda, 1976).

A resistência ao frio desempenha um papel importante no ciclo vital de vários insetos, já que afeta fatores como a adaptação às variações sazonais, as flutuações de população ao longo prazo e as tendências de distribuição geográfica e colonização de espécies invasoras (Hanson e Craig, 1994).

Esta supressão da eclosão é usualmente suficiente para transpor todo o inverno e o estado de diapausa é caracterizado pela redução na morfogênese, aumento da resistência ao ambiente, e atividade comportamental reduzida ou alterada. Esta diapausa de ovos corresponde a uma supressão da resposta à eclosão por larvas de primeiro estágio dentro dos ovos, não havendo suspensão do desenvolvimento embrionário (Estrada-Franco e Craig Jr, 1995).

Como vários mosquitos do gênero *Aedes* de regiões temperadas, ovos do *Ae. albopictus* eclodem na primavera quando estão expostos a estímulos específicos, como viabilidade de água e alimentação, uma resposta ao decréscimo no nível de oxigênio e temperaturas da água, que promovem a eclosão (Hien, 1975; Imai e Maeda, 1976; Edgerly *et al.*, 1993).

As cepas de *Ae. albopictus* dos trópicos e subtropicais não demonstram tal sensibilidade ao fotoperíodo, apenas cepas temperadas conseguem superar o inverno através de seus ovos. Desta forma, os ovos de espécimes que habitam zonas tropicais não têm demonstrado ter essa capacidade de hibernação, para o *Ae. albopictus* das regiões tropicais a sobrevivência parece depender da eclosão aleatória mais do que de seu atraso, assim *Ae. albopictus* é considerada uma espécie com diapausa facultativa.

Hawley *et al.* (1987) encontrou que os ovos de *Ae. albopictus* do norte da Ásia e dos EUA são mais tolerantes ao frio que os de zonas tropicais. Neste estudo foram expostos ovos de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* a -10° C por 24 horas, observando-se que todos os ovos de *Ae. aegypti* morreram enquanto que os de *Ae. albopictus* apresentaram uma eclosão de 80 a 90% (Hawley *et al.*, 1987). Este e outros estudos demonstraram que esta espécie sofre hibernação na região norte dos EUA e que a adaptação ao frio e a diapausa aumentam a resistência das cepas de *Ae. albopictus* de zonas temperadas (Hawley *et al.*, 1989).

Mesmo a diapausa se expressando no estágio de ovo, os estágios de sensibilidade fotoperiódica são os de adultos e pupas (Wang, 1966; Imai e Maeda, 1976; Mori *et al.*, 1981).

1.1.2 Larvas

Em condições naturais as larvas de *Ae. albopictus* podem se desenvolver em águas pouco turvas, com pH que oscila de 5,2 a 7,6 e com um pH ótimo de 6,8 a 7,6 na Ásia (Ho *et al.*, 1971). A água com aminoácidos, amoníaco e em geral, uma concentração elevada de nitrogênio orgânico parece ser o habitat ideal para *Ae. albopictus*. As medidas nos habitats naturais das larvas de cepas de Nova Orleans mostraram que os limites de pH variavam de 6,33 a 8,35 para os criadouros em pneus e de 6,43 a 8,23 para cavidades de árvores. Sabe-se que as larvas sobrevivem a proporções de oxigênio dissolvido compreendido entre 3 e 6 ppm em diversos habitats (Ho *et al.*, 1971). Mesmo assim se têm encontrado larvas vivas em pneus com valores de oxigênio dissolvidos tão baixos quanto 1,3 ppm (Hien, 1975).

A temperatura, concentração de alimentos, densidade e o gênero influem no tamanho das larvas e duração do seu desenvolvimento. Tem-se desenvolvido estudos em laboratório onde se determinou o ciclo de desenvolvimento de seis dias a 30°C, de nove e 13 dias a 25°C e 20°C respectivamente (Hien, 1975). Também se determinou ciclos de quatro a nove dias a 25°C. A temperatura afeta significativamente e é inversamente proporcional nas fases imaturas de *albopictus*, já que se requer um maior tempo para completar seu desenvolvimento em temperaturas baixas que em elevadas temperaturas. Conforme relatado anteriormente, no caso de mosquitos adultos de *Ae. albopictus*, a temperatura baixa não é um impedimento para poder distribuir-se, como é o caso do *Ae. aegypti*.

Com relação ao efeito da concentração de alimentos, a sua ausência aumenta o período de desenvolvimento larvário para uma média de 42 dias e com 80% de mortalidade. Assim, foi determinado que o *Ae. albopictus* tolera longos períodos sem alimentação (Hien, 1975).

Com relação à temperatura, seu aumento levou à diminuição do período de desenvolvimento de todos os estágios imaturos de *Ae. albopictus*, a percentagem

de eclosão dos ovos e o período transcorrido desde a oviposição sofreram variação de acordo com a temperatura a que estiveram expostos, tendo sido observado uma redução no período embrionário à medida que a temperatura se eleva de 15°C a 30°C. Conforme verificado para o período embrionário, a temperatura também exerceu grande efeito sobre o desenvolvimento das larvas e pupas, acelerando o desenvolvimento dessas fases (Calado e Silva, 2002).

Ae. albopictus foi encontrado em alturas máximas de 1.800 metros, como nas montanhas da Tailândia (Pant *et al.*, 1973). Ho *et al.* informaram altitudes máximas oscilantes para *albopictus* entre 24 e 180 metros no Sri Lanka, Taiwan e Malásia (Ho *et al.*, 1971). Nos EUA as maiores altitudes comunicadas correspondem a 305 metros no estado de Indiana (Focks *et al.*, 1994).

Em relação à microbiota e fauna aquáticas, estas se apresentam ricas e diversificadas, compostas por várias espécies de diatomáceas, microcrustáceos, fitoflagelados, ciliados e grande variedade de rotíferos, ciclopoídes, ostrácodos e decápodes. Todos eles proporcionam condições ideais para o desenvolvimento desta espécie, pela abundância de alimento e concentração relativamente baixa de substâncias deletérias.

Existem vários predadores e organismos patógenos a larvas de *Ae. albopictus*. Por exemplo, se encontrou o fungo *Coelomomyces stegomyiae* em várias larvas de *Ae. albopictus* em Cingapura, as elevadas taxas de infecção em provas experimentais com *C. stegomyiae* var. *Chapmani* tem demonstrado a capacidade deste fungo como agente de controle biológico para *Ae. albopictus* e outros culicidae (Lien e Lin, 1990).

Sabe-se que o parasita protozoário *Ascogregarina taiwanensis* desenvolve trofozoítos nas células que revestem o intestino médio das larvas de *Ae. albopictus*. Têm-se encontrado também outros agentes patógenos como os ciliados *Tetrahymona pyriformis* e *Epistylis lacustris*, a alga *Oscillatoria brevis* além da bactéria *Sphaerotilus dichotomus* (Paho, 1987).

Marten (1990) observou um plâncton predador, *Mesocyclops leuckarti* pilosa, alimentando-se de larvas de primeiro estágio de *Ae. albopictus*. Além de

haver encontrado várias espécies de mosquitos do gênero *Toxorynchites* predador de larvas de *Ae. albopictus* (Marten, 1990).

Larvas de *Ae. albopictus* foram encontradas em um mesmo criadouro com larvas de outras espécies de mosquitos, incluindo *Ae. aegypti*, *Ae. africanus*, *Culex quinquefasciatus*, *Cx. tigripes*, *Cx. duttoni*, *Cx. near decens*, *Mansonia africana* e *Eretmapodites quinquevittatus* (Toto *et al.*, 2003). Observou-se uma competição direta com *Ae. aegypti* pelos mesmos tipos de criadouros em ambientes urbanos, onde *Ae. albopictus* tende a desalojar gradualmente seu competidor posterior a um tempo de coexistência (Hawley, 1988).

As larvas de *Ae. albopictus* e *Ae. aegypti* são bem semelhantes e podem ser diferenciadas nas figuras 2 a 4 abaixo relacionadas.

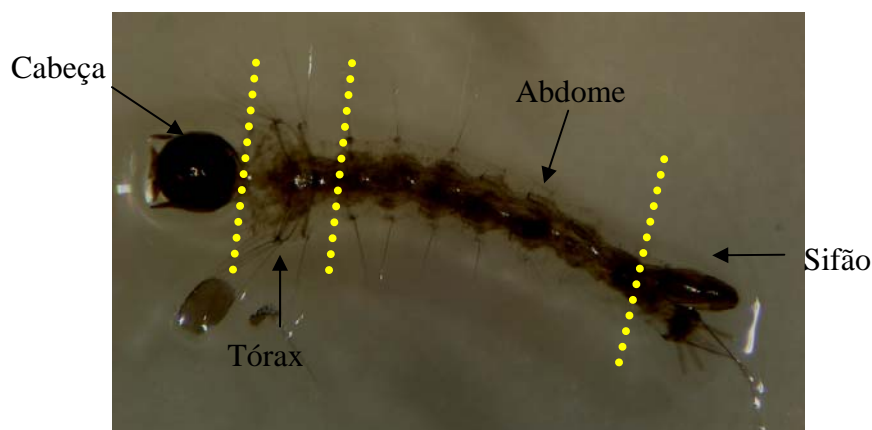
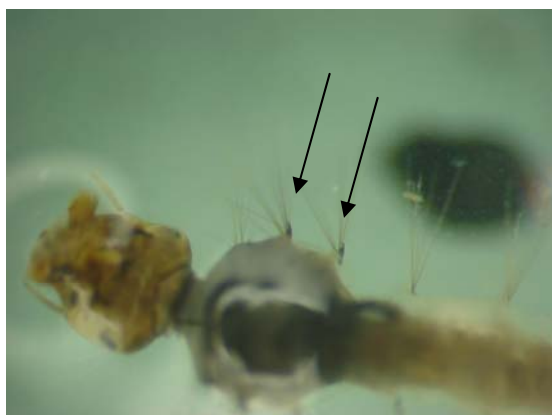


Figura 2 – Características morfológicas de larvas de *Aedes aegypti* ou de *Aedes albopictus* com os principais diferenciais.

Aedes aegypti



Aedes albopictus

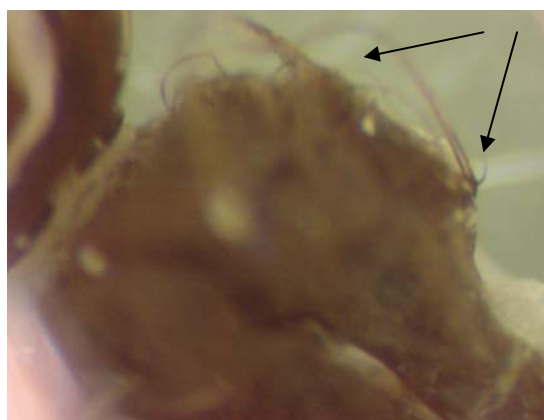
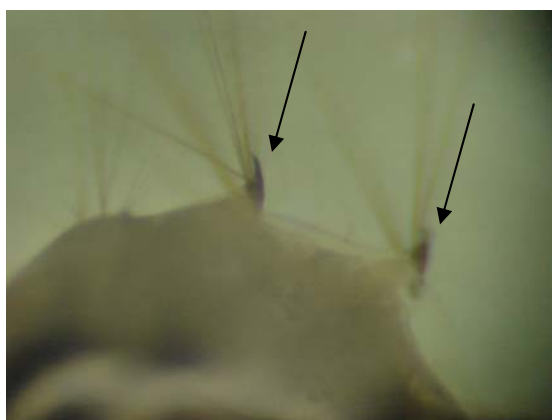
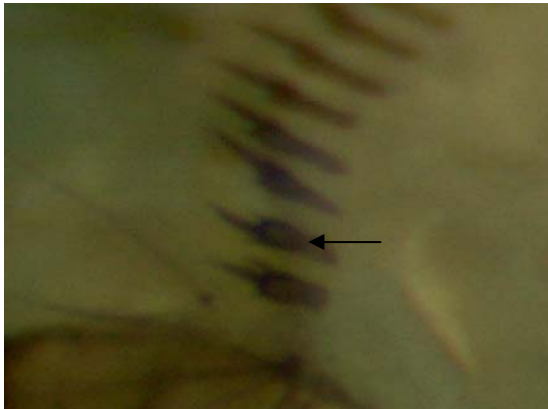


Figura 3 – Identificação das diferenças entre as espículas latero-torácicas quitinizadas de larvas de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*.

Aedes aegypti



Aedes albopictus



Observar detalhe da escama com três espinhos bem definidos.

Observar apenas um espinho central em cada escama e borda serrilhada.

Figura 4 – Distribuição e estrutura das escamas do oitavo segmento abdominal de larvas de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* – formato em detalhe.

1.1.3 Pupas

Em condições ideais, o *Ae. albopictus* permanece em estado de pupa e como em outras espécies, os machos adultos de *Ae. albopictus* eclodem antes que as fêmeas. Livingstone e Krishnamoorthy (1982) demonstraram que o período de desenvolvimento das pupas era de em torno de 32 a 36 horas para os machos, enquanto que as fêmeas alcançavam a fase adulta em 49 a 52 horas (Livingstone e Krishnamoorthy, 1982). Foram realizados outros estudos onde se observou que a

pupa dura em média dois dias a uma temperatura da água de 30°C, três a 25°C e cinco a 20°C. Ainda foi determinado que elas pudessem resistir por dois dias à dessecação a uma temperatura de 26°C (Ho *et al.*, 1971). A diferenciação morfológica entre pupas de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* pode ser observada na (Figura 5).

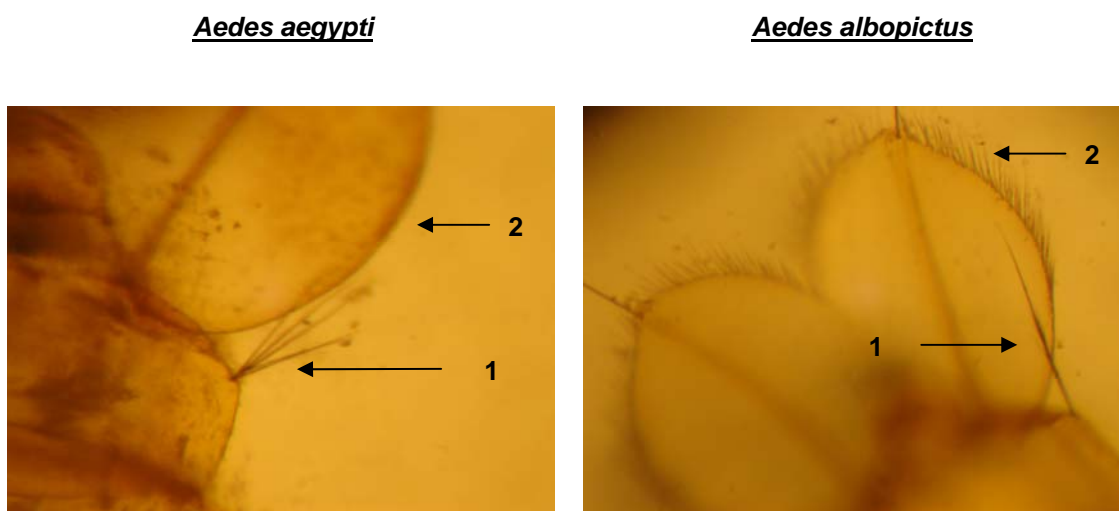


Figura 5 – Porção terminal de pupas com destaque à cerda no último segmento (1) e palheta natatória com cílios (2), características de cada espécie.

1.1.4 Adultos

Os estudos de longevidade de adultos em diferentes populações de mosquitos proporcionam importantes informações epidemiológicas. Uma maior longevidade do inseto vetor aumenta a probabilidade de transmissão de enfermidades. Uma das questões mais importantes com relação ao *Ae. albopictus* é se fêmeas adultas desta espécie são capazes de viver o tempo suficiente para infectar-se e transmitir posteriormente agentes infecciosos. Também podem ser muito úteis os estudos da sobrevivência dos machos, especialmente na aplicação de certas medidas de controle genético. Os dados de sobrevivência podem também ser de grande utilidade para a avaliação e administração de operações no controle de vetores (Macdonald, 1952; Hacker e Lansdowne, 1975).

Os fatores ambientais estimulam respostas que modificam muito o comportamento e biologia do mosquito adulto. Dentre eles destacam-se a

temperatura e a precipitação pluviométrica, conforme Gomes *et al.* (1992) e Calado e Silva (2002). A precipitação pluviométrica influi principalmente na densidade de criadouros devido ao aumento do número de recipientes artificiais e naturais, com acúmulo de água no extradomicílio, nos períodos e locais com mais frequência e intensidade de chuva (Calado e Silva, 2002).

Em observações de *Ae. albopictus* em cativeiro a temperaturas de aproximadamente 25°C e umidade relativa de 80%, a longevidade máxima das fêmeas adultas foi de 30 a 40 dias (Calado e Silva, 2002).

Por outro lado, existem métodos indiretos baseados na idade fisiológica em uma população para medir a taxa de sobrevivência nos insetos. Baseiam-se principalmente na observação das ramificações traqueolares dos ovários e das dilatações ovariolares. A análise das terminações traqueolares dos ovaríolos proporciona a taxa de paridade, ou seja, a proporção que tem realizado novas oviposições. Por conseguinte, a população de mosquitos pode ser separada em dois grupos, um grupo com maior tempo de vida, com um ou mais ciclos de oviposição (múltiparas) e um grupo mais jovem sem nenhum ciclo de oviposição (nulíparas). Quanto maior seja a proporção de fêmeas múltiparas, mais velha é a população (Forattini, 2002).

A velocidade de produção de ovos, como a de outros processos fisiológicos dos insetos, é influenciada por fatores ambientais, como a temperatura. O conhecimento do intervalo entre as oviposições sucessivas (ciclo gonotrófico) permite a conversão da idade fisiológica em uma medida de longevidade para a população e possibilita o estudo de sua dinâmica. Em geral, os experimentos de laboratório com *Ae. albopictus* parecem concordar com os estudos de campo e indicam uma duração média de cinco dias para o primeiro e segundo ciclo gonotrófico. Mori e Wada (1977) demonstraram que em condições naturais, com uma temperatura média de campo de 25°C, o período transcorrido desde que o *Ae. albopictus* emerge até sua primeira ingestão de sangue foi de dois dias aproximadamente e a duração de um ciclo gonotrófico foi de cinco dias (Mori e Wada, 1977).

O número de ovos postos por *Ae. albopictus* depende da fisiologia do mosquito, do peso corporal depois de emergir e da quantidade de sangue ingerida. Em geral, parece que há uma correlação linear entre a quantidade de sangue ingerida e o número de ovos postos.

A quantidade de ovos postos também depende da idade fisiológica da fêmea, já que decresce progressivamente com a idade. Em geral, o primeiro ciclo gonotrófico produz maior quantidade de ovos, com uma diminuição gradual nos ciclos posteriores. Em média as fêmeas de *Ae. albopictus* põem 283 a 344 ovos durante seu ciclo vital (Forattini, 2002).

Em cepas de laboratório de *Ae. albopictus* observou-se a maturação de ovos sem fonte externa de proteínas, sangue ingerido, o que caracteriza a autogenia (Chambers e Klowden, 1994). Acredita-se que mosquitos autógenos acumulam reservas consideravelmente maiores durante sua vida larvária que os anautógenos. A autogenia nos mosquitos não depende exclusivamente das condições de nutrição das larvas, mas também de componentes genéticos. Portanto, a autogenia tem importância ecológica, já que permite ao mosquito por ovos mesmo sem se alimentar em hospedeiro, garantindo desta maneira a continuidade da espécie (Chambers e Klowden, 1994; Ponce *et al.*, 2004).

Realizando uma comparação com o *Ae. aegypti*, observa-se que a forma adulta do *Ae. albopictus* é a que mostra maior diferença em termos morfológicos, podendo ser identificada mesmo a olho nu (figura 6).

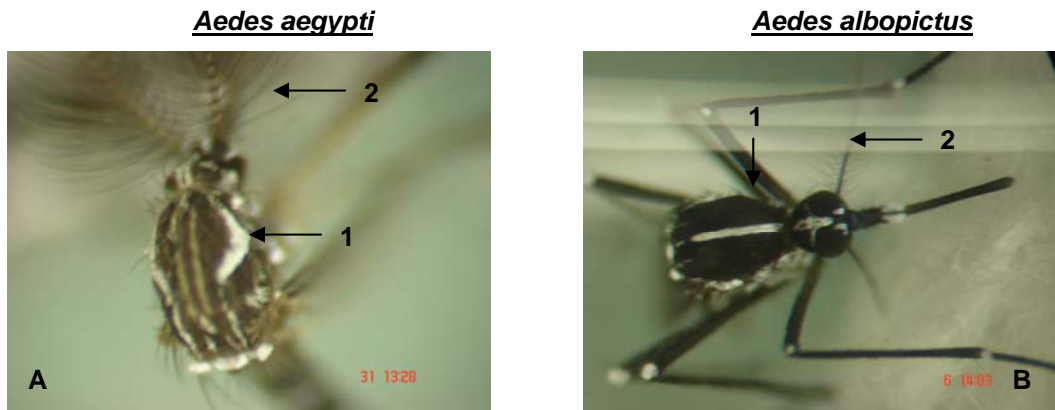


Figura 6 – Diferença morfológica entre o *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* verificada pelos desenhos das escamas prateadas na cabeça e no dorso do tórax para os adultos.

A: Macho adulto de *Aedes aegypti* - detalhe das escamas brancas em forma de lira no dorso torácico – 1 e das antenas plumosas – 2. **B:** Fêmea adulta de *Aedes albopictus* – detalhe das escamas brancas formando uma linha média no dorso torácico – 1 e das antenas pilosas – 2.

1.1.5 Hospedeiros

O mosquito *Ae. albopictus* mostra hábito de hematofagia oportunista, com hábitos hematófagos diurnos e marcada presença no peridomicílio. Vários estudos demonstraram a variedade de habitats em que vem sendo encontrado, bem como seu perfil alimentar tem se mostrado bastante eclético em relação a hospedeiros do ambiente doméstico (Tempelis, 1975; Hawley, 1988; Savage *et al.*, 1993; Marques e Gomes, 1997).

Segundo Ho *et al.* (1971), o *Ae. albopictus* prefere alimentar-se de seres humanos, entretanto a disponibilidade de hospedeiros parece ser fundamental na conduta média das populações de mosquitos (Ho *et al.*, 1971). Esta confirmação vem de alguns estudos realizados nos EUA de que o *Ae. albopictus* é um hematófago oportunista.

Durante cada ciclo gonotrófico, a fêmea exerce a hematofagia em várias ocasiões e pode fazê-lo em uma ampla variedade de animais (mamíferos e aves) (Savage *et al.*, 1993).

As formas de seleção de hospedeiros em populações naturais de *Ae. albopictus* nas Américas mostram que o mosquito parece ser atraído principalmente pelos mamíferos, dentre estes o homem parece não ocupar lugar de destaque nessa preferência (Savage *et al.*, 1993; Forattini *et al.*, 1997). Isso aumenta sua capacidade de transmitir enfermidades em diferentes hospedeiros.

Savage *et al.* (1993) realizaram coletas de *Ae. albopictus* nos verões de 1989 e 1990 nos EUA. Na amostra foram encontradas 172 fêmeas que foram analisadas em laboratório mediante prova de precipitina e ELISA. Foi revelado que 64% dos espécimes coletados realizaram hematofagia em mamíferos, incluindo humanos, e 16,9% realizaram em aves, incluindo Passeriformes (24,1%), Columbiformes (17,2%), e Ciconiiformes (3,4%) (Savage *et al.*, 1993).

Este hábito não específico, unido ao comportamento agressivo em realizar hematofagia em humanos, indicam que o *Ae. albopictus* é bem sucedido para a transmissão de diversas arboviroses que apresentam mamíferos ou aves como hospedeiros principais. Identificaram-se como hospedeiros nove tipos de mamíferos: coelho, cervo, cão, seres humanos, esquilo, marsupiais, roedores (exceto *Rattus spp.*), bois e guaxinins (Savage *et al.*, 1993).

Khan *et al.* (1971) observaram que a atratividade de culicídeos para o homem varia consideravelmente tanto na resposta da fêmea do mosquito como na atração exercida pelo hospedeiro. Outro aspecto seria a possibilidade das fêmeas não entrarem em contato com um hospedeiro humano quando as distâncias em relação ao seu local de abrigo forem de grandes extensões (Forattini *et al.*, 1997).

Hawley (1988) afirma que em média as fêmeas de *Ae. albopictus* ingerem sangue pela primeira vez dois dias depois de emergirem. As fêmeas adultas apresentam características de hematofagia diurna e normalmente não o fazem em exteriores. O ciclo de hematofagia diurno do *Ae. albopictus* parece ser bimodal, com um período pela manhã e outro ao entardecer, algumas vezes com um grande pico durante a tarde (Hawley, 1988).

A forma de hematofagia das fêmeas se dá fundamentalmente ao nível do solo. Fêmeas adultas tendem a picar humanos a este nível e irão realizar esta

atividade agressivamente em qualquer parte exposta, particularmente em torno dos tornozelos e joelhos (Hawley, 1988).

Estudos de populações de *Ae. albopictus* têm revelado que a atração pelos seres humanos depende de características como sexo, idade, raça, e cor da roupa, assim como da capacidade de resposta do mosquito a estes estímulos. Também está relacionado com o ritmo cardíaco e fatores não determinados de cada hospedeiro, além de condições ambientais micro-climáticas. As fêmeas atacam os seres humanos guiadas pelo nível de CO₂, umidade, substâncias químicas orgânicas e fatores visuais como movimento. Foi determinado que o alcance de atração fosse de 4 a 5 metros de raio em torno dos humanos (Ponce *et al.*, 2004).

Nas técnicas de marcação, liberação e recaptura, usadas para a estimativa direta da sobrevivência, é realizada a marcação de um número conhecido de espécimes com vários corantes. Os insetos são liberados no campo, em seguida, se tenta recapturá-los por diferentes métodos. Além de sua importância fundamental nos estudos de sobrevivência esta técnica também é utilizada para estimar densidades de adultos, medir a dispersão, determinar o momento dos processos reprodutivos, avaliar em que grau um vetor individual recorre à mesma espécie para obter sangue e identificar os locais de repouso, especialmente em exteriores e durante a estação de densidade mínima (Muir e Kay, 1998).

Foi determinado, mediante este tipo de estudo, que a distância média de recaptura é de 134 metros, podendo alcançar poucas vezes até 500 metros. Deve ser destacado que as fêmeas se distribuem mais que os machos, determinando que a maioria (90%) dos mosquitos se dispersou não mais de 100 metros (Service, 1997).

1.1.6 Criadouros e Aspectos Ambientais

Na grande maioria dos países asiáticos, local de origem do *Ae. albopictus*, as populações dessa espécie se mostram mais frequentes em áreas rurais e florestadas (Hawley, 1988). Rudnick e Hammon (1960) mostraram que *Ae. albopictus* pode ser raro ou ausente em áreas urbanas, com elevada densidade

populacional humana, baixa cobertura vegetal e poucos criadouros potenciais no peridomicílio (Rudnick e Hammon, 1960).

No Brasil, uma população de *Ae. albopictus* da região sul do estado do Mato Grosso apresentou distribuição espacial com um padrão agregado (De Almeida *et al.*, 2006). Isso implica que ao encontrar alguns indivíduos do vetor em um determinado local, é provável que outros sejam encontrados nas áreas circunvizinhas, preconizando a aplicação de inseticidas sem a necessidade de amostrar outros pontos dessa localidade (De Almeida *et al.*, 2006).

A maioria dos *Ae. albopictus*, por seu caráter exofílico, pode se abrigar em locais de difícil acesso, mais afastados das casas, como no interior de capoeiras e plantações adjacentes ao peridomicílio, restringindo, assim, as possibilidades de captura (Lima-Camara *et al.*, 2006).

As áreas peridomiciliares dos imóveis foram destacadas como as mais freqüentadas e, como os recipientes naturais e os descartáveis também se dispõem em locais mais afastados do domicílio, este mosquito vem a ocupá-los apresentando um comportamento semidoméstico (Chiaravalloti *et al.*, 1996).

Os criadouros mais freqüentados por esta espécie foram os ralos (25,4%), seguido pelas latas, garrafas e vasilhames de plástico (23,9%), recipientes naturais (6,0%), peças de carros e materiais de construções, 4,3%, as caixas d'água com 4,2% e por último as bromélias, que apresentaram freqüência de 3,1% (Silva *et al.*, 2006).

Para todos os criadouros computados o *Ae. albopictus* apresentou leve tendência a realizar suas posturas nos depósitos localizados no peridomicílio (Chiaravalloti *et al.*, 1996). Tal aspecto de comportamento deve-se, provavelmente, à característica semidoméstica peculiar desta espécie.

Na Guiné Equatorial foram capturadas 20 fêmeas de *Ae. albopictus*, mas nenhum dos mosquitos foi encontrado dentro das residências. Concomitantemente, formas imaturas dos mosquitos foram coletadas de um amplo número de recipientes próximos, como pneus usados e depósitos de água de plásticos ou de metal, desde pequenos recipientes a tambores de água de 200 litros (Toto *et al.*, 2003).

Esta espécie tem seus hábitos de oviposição principalmente em depósitos com superfícies rugosas e ambiente escuro (Hanson *et al.*, 1996), tendo uma maior atração por criadouros com água contendo infusões de folhas e de matéria orgânica (Lampman e Novak, 1996; Trexler *et al.*, 1998), o que caracteriza os criadouros naturais do tipo ocos de árvore. A presença de vegetação, assim, é fator favorável à infestação pelo *Ae. albopictus* devido aos vários achados de larvas em ocos de árvores em áreas de mata, rurais e urbanizadas (Gomes *et al.*, 2005).

Dentre os criadouros existentes para o *Ae. albopictus*, o criadouro natural se torna muito importante já que apresenta um grande potencial na produção de larvas e conseqüentemente da população adulta (Yadav *et al.*, 1997; Forattini *et al.*, 1998).

Em outras áreas dos EUA e Brasil também se tem observado a tendência do *Ae. albopictus* por viver em recipientes naturais de áreas com vegetação abundante (Gomes *et al.*, 1992). Esta situação se repete tanto na Ásia como na América onde *Ae. albopictus* mostra uma tendência superior à do *Ae. aegypti* para utilizar recipientes naturais.

Formam-se, nestes microhabitats, condições ideais para o desenvolvimento de formas imaturas de *Ae. albopictus* (Silva *et al.*, 2004). A variabilidade de criadouros usados é tão grande que esta espécie já foi encontrada utilizando um buraco no solo, formado pela queda de uma árvore, como criadouro (Forattini *et al.*, 1998), o que faz com que não se torne tão dependente do homem como o *Ae. aegypti* (Moore *et al.*, 1988).

Pode-se atribuir, ainda, ao criadouro natural a possibilidade de manter populações desses vetores, a despeito das intensas ações de controle implementadas em épocas de epidemia da dengue (Brito e Forattini, 2004). Estas atividades são voltadas predominantemente aos criadouros artificiais localizados no intradomicílio, criadouros preferenciais do *Ae. aegypti*.

A oferta abundante de recipientes artificiais inservíveis nas residências, associada à capacidade do *Ae. albopictus* de freqüentar também os criadouros

naturais, contribui sobremaneira para sua adaptação gradativa ao meio antrópico (Romi, 1995; Snow e Michael, 2002; Silva *et al.*, 2006).

Forattini *et al.* (1997) comprovaram que a sobrevivência da espécie pode ser uma resposta à sua adaptabilidade nas cidades, particularmente quando essas são bem arborizadas e apresentam uma grande diversidade de microhabitats. Além de estar presente de forma diferenciada no ambiente doméstico, o *Ae. albopictus* ocupa as áreas urbanas dos municípios de modo não uniforme, sendo mais freqüente nas áreas periféricas e com maior presença de vegetação (Chiaravalloti-Neto *et al.*, 2002; Brito e Forattini, 2004).

É importante não desmerecer o potencial dessa espécie como vetor do vírus dengue e outros arbovirus. Com efeito, sua freqüência no peridomicílio não é negligenciável, onde as taxas de picada em humanos podem ser consideráveis junto às casas (Gomes *et al.*, 2005).

A alteração antrópica no ambiente e o grau de cobertura vegetal parecem influenciar de maneiras opostas na distribuição e na freqüência de *Ae. albopictus*, resultando em índices de infestação mais elevados em áreas suburbanas ou ricas em cobertura vegetal (Hawley, 1988; Consoli e Lourenço, 1994; Braks *et al.*, 2003; Lourenco-De-Oliveira *et al.*, 2004).

No Brasil, na região do Vale do Paraíba, durante o período das chuvas, foi comum o encontro deste vetor em ocos de árvores contendo água e, mesmo com a redução dos índices pluviométricos, alguns ocos retiveram água de chuva em volume suficiente para garantir o desenvolvimento de *Ae. albopictus* (Gomes *et al.*, 1992). Foi verificado também que durante as chuvas mais pesadas e prolongadas houve aumento do número de criadouros efêmeros de *Ae. albopictus*, como foi o caso de tocos de bambu, brácteas de palmeiras e pequenos recipientes artificiais (Gomes *et al.*, 1992).

Pela sua ampla valência ecológica, adaptando-se facilmente aos ambientes rural, urbano e periurbano, presume-se que o *Ae. albopictus* possa servir de ponte entre os ciclos silvestre e urbano da febre amarela.

Em recente estudo realizado na cidade de Fortaleza foi identificada a presença de ovos de *Ae. albopictus* em armadilhas do tipo ovitrampas (Martins *et al.*, 2006). No ano de 1998, Lima *et al.* identificaram ovos de árvores como criadouros de *Ae. aegypti* em um cemitério na cidade de Fortaleza (Lima, Carneiro *et al.*, 2000), o mesmo foi detectado no ano de 2000 no bairro da Aldeota (Lima, Reggazi *et al.*, 2000). Isto prova que há criadouros deste tipo em Fortaleza e que os mesmos podem ser usados para oviposição, pelo *Ae. albopictus* com maior frequência, quando comparado com o *Ae. aegypti*, que apresenta hábitos intradomiciliares.

1.2 Distribuição Geográfica do *Aedes albopictus* no Mundo

O *Ae. albopictus* tem descrito uma ampla dispersão no mundo desde a década de 1970. Mesmo apresentando uma pequena autonomia de vôo, formas imaturas como ovos e larvas são rapidamente transportadas em depósitos e veículos (Estrada-Franco e Craig Jr, 1995; Moore e Mitchell, 1997).

Nos últimos anos, mediante este transporte passivo através da exportação de mercadorias como pneus e varas de bambu, ovos e larvas deste culicídeo vêm ocupando vários habitats, incluídos nos países da América do Norte, como Estados Unidos da América (EUA) e México; América do Sul, como Brasil; da África Tropical; Ilhas do Pacífico e Europa (Figura 7) (Estrada-Franco e Craig Jr, 1995; Moore e Mitchell, 1997; Forattini, 2002).

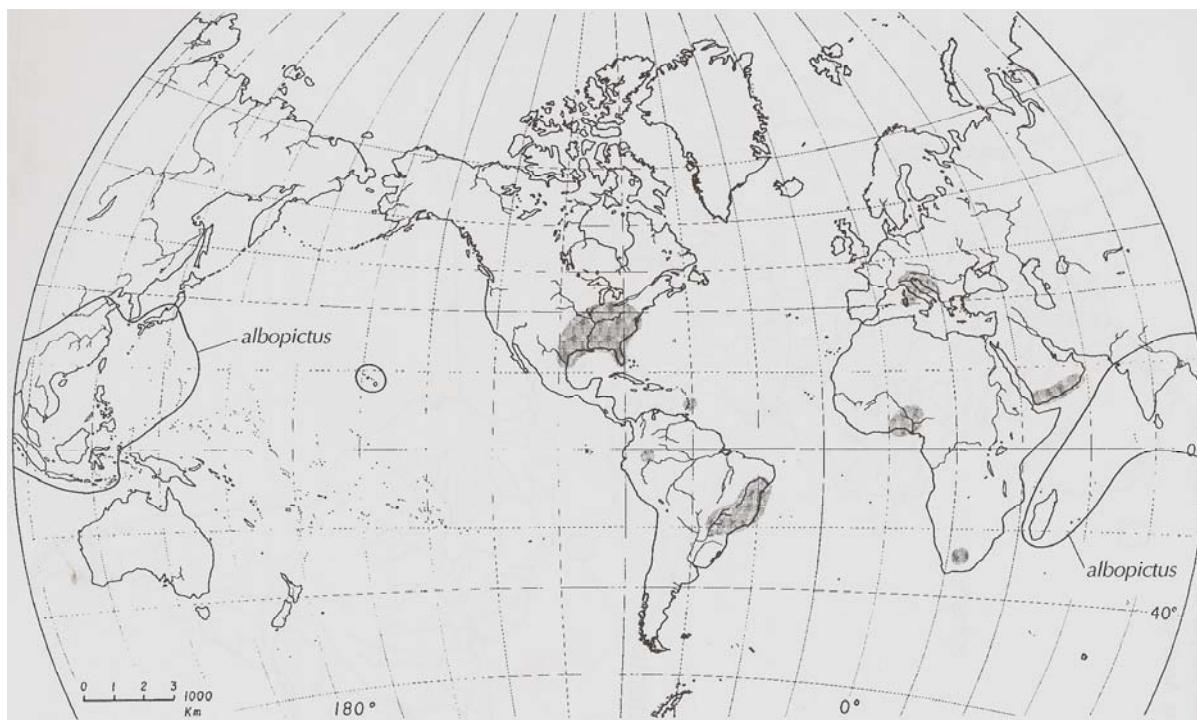


Figura 7 – Distribuição do *Aedes albopictus* nos diversos continentes, áreas limitadas por linha e hachuradas (com base em Forattini, 2002).

Os fatores envolvidos na dispersão e na expansão geográfica de populações de *Ae. albopictus* são múltiplos, dentre os quais se destacam tanto aqueles ambientais como sociais, a saber, o clima, a densidade demográfica e a atividade econômica da população humana.

A influência das atividades humanas se faz sentir diretamente na dispersão deste culicídeo, como exemplo pode-se mencionar o seu encontro na Europa. O primeiro encontro deste vetor na Europa foi 1979, tendo sido encontrado na Albânia, entretanto, apenas em 1990, quando ele foi introduzido na Itália, através de ovos impregnados em pneus importados, seguiu uma intensa dispersão (Knudsen *et al.*, 1996).

O limite norte do *Ae. albopictus* na Ásia, limitado pelas temperaturas de inverno, é definido como na escala de “overwintering”, que são áreas onde o *Ae. albopictus* sobrevive mesmo com as condições do inverno, e na expansão das escalas do verão tardio, relacionados aos pontos mais ao norte do seu encontro, mas não necessariamente sobrevive.

Na China e Coréia do Sul o “overwintering” surge quando a temperatura média de janeiro excede -3°C , com uma escala de verão tardio se estendendo à isoterma -5°C *JanTm* (Nawrocki e Hawley, 1987). Distribuindo-se até o norte da bacia de Pequim, a 40° de latitude norte.

No Japão, a escala de “overwintering” é limitada pela isoterma *JanTm* entre 0°C e -2°C (Kobayashi *et al.*, 2002). Sendo observada sua presença ao norte de Honshu, a principal ilha do arquipélago japonês, tendo sido encontrado na cidade de Sendai a 36° N (Hong *et al.*, 1971) No Sudeste Asiático a espécie tem se estendido às cidades costeiras de Irian Jaya, as ilhas Salomão e Santa Cruz, também em Papua Nova Guiné, foi encontrado em Brisbane e Darwin, na Austrália, onde as infestações foram erradicadas com rapidez (Elliot, 1980), e na Nova Zelândia (Kay *et al.*, 1990). Identificada, ainda, nas Ilhas Marianas, Carolina e no Havaí, Palaos, no Continente Asiático e, na direção oeste, em diversas ilhas do Oceano Índico, como Madagascar e Ilhas Maurício (Ho *et al.*, 1973).

Nawrocki e Hawley (1987) concluíram que a isoterma 0°C *JanTm*, como uma estimativa conservadora, poderia ser o limite norte da escala de “overwintering” também na América do Norte, dando condições ao *Ae. albopictus* poder se estabelecer na maior parte do leste dos EUA, com -5°C *JanTm* delineando a expansão máxima ao norte durante o último verão (Nawrocki e Hawley, 1987). Estas suposições foram consideradas corretas por meio de mapas atuais de dispersão (Cdc, 2000). Foi encontrado em Chicago, aproximadamente a 42° de latitude norte e também foi detectado na cidade de Minnesota no ano de 1997.

Nos últimos 15 anos, expandiu sua distribuição, tendo sido encontrado em vários países, como Bélgica no ano 2000 (Schaffner *et al.*, 2004), Montenegro, 2001, Israel, 2002, Suíça, 2003 (Medlock *et al.*, 2006) Espanha, 2004 (Aranda *et al.*, 2006), Croácia, 2004 (Klobucar *et al.*, 2006), Grécia, 2005, Bósnia-Herzegovina e Eslovênia, 2006 (Ecdc, 2006) e Holanda, 2005 (Rivm, 2006), mesmo não sendo vetor para dengue (Control) (figura 8).

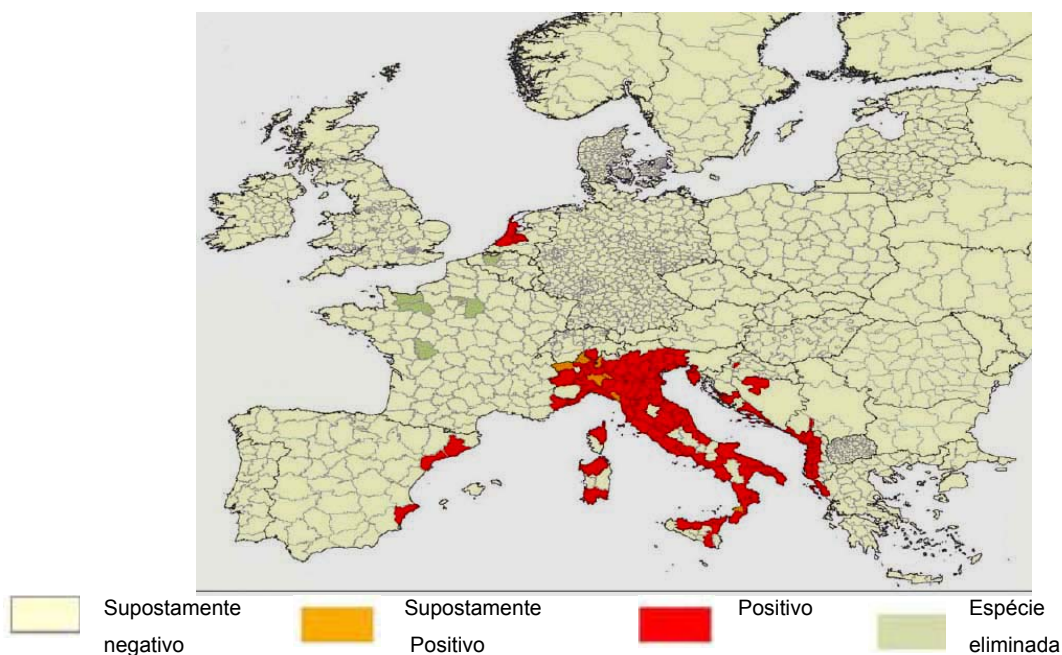


Figura 8 - Presença de *Aedes albopictus* na Europa (janeiro de 2007).

Principalmente na Itália, este vetor se estabeleceu nas regiões nordeste e central, distribuiu-se, também, nos países da península Ibérica e região dos Balcãs, com potencial para se estabelecer em outras áreas da Europa, o que torna o *Ae. albopictus* uma ameaça à saúde pública (Romi, 1995).

Adaptou-se ao ambiente antrópico e atualmente está disperso por todas as regiões temperadas e tropicais do mundo, onde é encontrado nos mais variados tipos de recipientes artificiais e naturais (Brito e Forattini, 2004; Marques e Forattini, 2005). Os ecótopos utilizados como locais de criação desses mosquitos são de diferentes tipos e tamanhos e a densidade desses recipientes pode contribuir diretamente na produção de indivíduos adultos (Brito e Forattini, 2004). No continente americano foi encontrado primeiramente nos EUA, em 1985, foi descoberto que se reproduzia em pneus ao ar livre nos arredores da cidade de Houston, Texas (Cdc, 1986).

1.3 Distribuição Geográfica do *Aedes albopictus* no Brasil

Forattini assinalou pela primeira vez, no ano de 1986, a presença do *Ae. albopictus* no Estado do Rio de Janeiro (Forattini, 1986), naquele mesmo ano, a espécie já era encontrada em Minas Gerais e São Paulo e, no ano seguinte, no

Espírito Santo (Calado e Silva, 2002). Assim, em apenas um ano, já se encontrava instalado em todos os estados da região Sudeste do Brasil. Em um curto espaço de tempo o *Ae. albopictus* distribuiu-se em todo o território nacional, somando-se às outras importantes populações vetoras de arboviroses de nosso meio com uma crescente e acelerada expansão no país (Gomes *et al.*, 1992; Calado e Silva, 2002; Marques e Forattini, 2005) como mostra a figura 9.

Rai (1991) propôs três hipóteses para a chegada do *Ae. albopictus* ao Brasil: a primeira sugere que veio da América do Norte através de dispersão continental; uma segunda sugere que ovos do mosquito vieram dentro de pneus de carro importados do Japão e a última propõe que varas de bambu vindas de países da Ásia trouxeram formas imaturas do mosquito ao Brasil. Outros autores sugerem que a espécie foi trazida do sul da Ásia por meio do comércio marítimo, durante o transporte de minério de ferro, e se interiorizou via estrada de ferro (Consoli e Lourenço, 1994; Segura *et al.*, 2003).

No Estado de São Paulo, a nova colonização do *Ae. aegypti* se deu a partir dos anos de 1983 – 1984 no sentido oeste para leste, e em 1986 foi detectada a presença de *Ae. albopictus*, tendo sido verificado, ainda, que este se deslocava em sentido contrário, de leste para oeste (Forattini, 2002). Nas localidades onde o *Ae. albopictus* já se encontrava, houve uma interferência na sua população por ocasião da chegada de *Ae. aegypti*. Talvez seja um fator de substituição ou deslocamento de uma espécie pela outra, levando *Ae. albopictus* a ocupar outro ambiente como habitat preferencial, desenvolvendo-se em criadouros naturais do ambiente silvestre (Passos *et al.*, 2003). Sugere-se que, com a chegada de *Ae. aegypti*, o *Ae. albopictus* possa estar sendo deslocado do ambiente urbano, pois sua densidade vem diminuindo (Passos *et al.*, 2003). Tal penetração no ambiente natural poderá incluir o *Ae. albopictus* em ciclos de transmissão mantidos por espécies silvestres brasileiras (Santos, 2003).

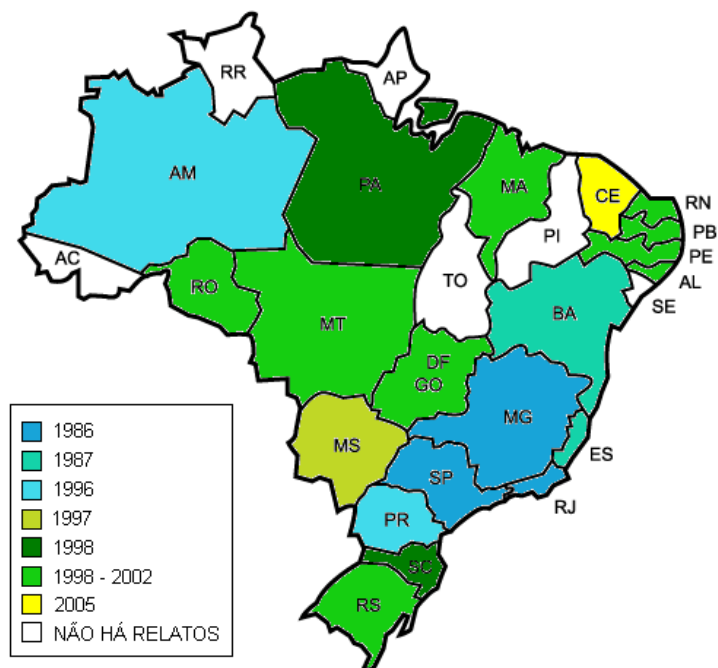


Figura 9 – Mapa do Brasil com distribuição geográfica da primeira identificação do *Ae. albopictus* nos estados, ao longo dos anos de 1986 a 2007.

No Sudeste do Brasil, observou-se que o processo de infestação aconteceu mais rápido nas áreas com maior densidade demográfica, e os municípios mais populosos foram geralmente os primeiros a serem infestados. Embora também tenham sido identificados diferentes padrões macrorregionais na expansão geográfica de *Ae. albopictus*, estes pareceram estar principalmente relacionados à diferenciação das atividades de vigilância e controle dessa espécie nessas macrorregiões (Glasser e Gomes Ad, 2002).

1.4 Interação entre o *Aedes albopictus* e *Aedes aegypti*

O *Ae. albopictus* pode utilizar mesmo tipo de criadouros artificiais que o *Ae. aegypti* (Forattini, 2002). Devido a esta associação tem-se comprovado a hipótese de que em algumas regiões do Sudeste Asiático, o *Ae. aegypti* substituiu completamente o *Ae. albopictus* autóctone de zonas urbanas. Por outro lado, as observações sobre a dispersão de *Ae. albopictus* nos estados costeiros meridionais dos EUA indicam que a sua expansão parece produzir-se com a expulsão do *Ae.*

aegypti. A introdução do *Ae. albopictus* tem sido acompanhada de uma drástica e rápida diminuição das populações de *Ae. aegypti* (Romi, 1995; Brito e Forattini, 2004).

De acordo com Hawley (1988), as trocas de habitat podem produzir efeitos espetaculares no resultado das invasões biológicas (Hawley, 1988). A crescente urbanização do Sudeste Asiático parece ter estimulado um aumento da abundância de *Ae. aegypti* procedente da África, às expensas do *Ae. albopictus* nativo (Hawley, 1988). Apesar de várias explicações prováveis, ambos os fenômenos de substituições competitivas de *Aedes spp.* na Ásia e América do Norte necessitam de estudos futuros para compreender melhor essa interação.

Fêmeas e machos de *Ae. aegypti* foram mais freqüentes em ambiente urbano, além de apresentar alta endofilia. Comportamento oposto foi observado em fêmeas e machos de *Ae. albopictus*, que foram capturados em maior freqüência nas áreas rurais e no peridomicílio. Em bairros suburbanos houve maior sobreposição da presença dessas espécies de *Aedes*, apesar de *Ae. aegypti* ainda ter sido mais freqüente do que *Ae. albopictus* neste ambiente (Lima-Camara *et al.*, 2006).

A interação entre *Ae. albopictus* e *Ae. aegypti* requer atenção, pois essas espécies se desenvolvem essencialmente nos mesmos criadouros artificiais e são muito comuns em áreas de grande concentração humana e que conseqüentemente apresentam uma grande densidade de criadouros (Honorio e Lourenco-De-Oliveira, 2001). O *Ae. albopictus* tem ainda uma estreita relação interespecífica com *Ae. aegypti*. Nasci *et al.* (1989) observaram inseminação por machos de *Ae. albopictus* em fêmeas de *Ae. aegypti*, o que pode influenciar na competição e reduzir a densidade de *Ae. aegypti*. Forattini (1998) alertou que *Ae. albopictus* é capaz de substituir o nicho ecológico do *Ae. aegypti* em qualquer momento, já que o ambiente formado pelo homem insere a criação de novos nichos ecológicos passíveis de serem ocupados por populações de culicídeos silvestres. Desta forma, o *Ae. albopictus* poderá servir de elo entre as formas silvestre e urbana da febre amarela (Silva *et al.*, 2004).

Conforme a capacidade competitiva, uma população de vetor emergente poderá ter acesso ao nicho ecológico anteriormente ocupado por outra, que no caso

é justificado pelo seu apreciável poder invasivo (Forattini *et al.*, 1998; Silva *et al.*, 2004). No sudeste da Ásia foi observada redução da abundância de *Ae. albopictus* resultante da interação competitiva com *Ae. aegypti* (Hawley, 1988). Neste continente, o *Ae. albopictus* é vetor primário da dengue, principalmente em áreas rurais, e secundário, em outras províncias desta região, junto com o *Ae. aegypti* (Chiaravalloti-Neto *et al.*, 2002). Os resultados obtidos sugerem que o *Ae. albopictus* não poderia se estabelecer em locais habitados por *Ae. aegypti* devido ao deslocamento competitivo ou exclusão competitiva (Estrada-Franco e Craig Jr, 1995; Passos *et al.*, 2003).

Em contraste, na América do Norte, onde o *Ae. albopictus* foi recentemente introduzido, este tende a dominar o *Ae. aegypti* (Hobbs *et al.*, 1991). O *Ae. albopictus* foi provavelmente introduzido nos EUA através de pneus usados do nordeste da Ásia (Hawley *et al.*, 1987) e se dispersou por todo o sudeste deste país, freqüentemente deslocando populações do *Ae. aegypti* (Rai, 1991; Moore e Mitchell, 1997).

Em Cuba, Marquetti *et al.* (2000) destacaram a presença de *Ae. albopictus* em zonas suburbanas e ocorrência de competição desta espécie com as espécies nativas (Passos *et al.*, 2003).

No Brasil, estado do Rio de Janeiro, foi encontrado uma maior freqüência de armadilhas contendo ovos de *Ae. aegypti* em áreas urbanas e suburbanas do Município de Nova Iguaçu. Ainda no Rio de Janeiro e em Palm Beach, EUA, desovas de *Ae. albopictus* foram mais freqüentes em áreas rurais e *Ae. aegypti* em áreas urbanas (Braks *et al.*, 2003).

Ovos de ambas as espécies foram moderadamente freqüentes nas áreas suburbanas investigadas por Braks *et al.* (2003) nos dois municípios fluminenses, Rio de Janeiro e Nova Iguaçu. Fêmeas de ambas as espécies mostraram grande mobilidade e capacidade de dispersão em bairros suburbanos de Nova Iguaçu, sugerindo que o ambiente favorece a sua manutenção (Braks *et al.*, 2003; Honório *et al.*, 2003).

Tem se utilizado vários enfoques para a explicação da diminuição do *Ae. aegypti* na América do Norte e o papel que o *Ae. albopictus* tem desempenhado com relação a esta redução, entretanto, não se tem chegado a uma explicação geral concludente. São necessários mais estudos para avaliar o real efeito do *Ae. albopictus* sobre as populações de *Ae. aegypti*. Não há provas suficientes que a diminuição do *Ae. aegypti* e do *Aedes triseriatus* tenham sido causadas pelo *Ae. albopictus*. Há uma grande probabilidade de haver uma combinação de vários fatores que contribuem para a diminuição do *Ae. aegypti* e outros *Aedes* da América do Norte (Edgerly *et al.*, 1999).

Embora a distribuição de *Ae. albopictus* e a do *Ae. aegypti* possa se sobrepor dentro das cidades, o *Ae. albopictus* se encontra com maior frequência nas zonas suburbanas e rurais onde predominam espaços abertos de vegetação. Em geral se aceita que ele foi originalmente uma espécie selvagem que procriava e alimentava-se nas margens das florestas, e que passou a adaptar-se ao meio doméstico em diversas áreas de sua distribuição geográfica (Lima-Camara *et al.*, 2006).

1.5 Potencialidades como Vetor

Em países infestados pelo *Ae. albopictus*, a maior preocupação se dá em relação à transmissão de arboviroses. O *Ae. albopictus* é um vetor dos vírus dengue e de filarias na Ásia e Europa (Hawley, 1988; Estrada-Franco e Craig Jr, 1995), e foi encontrado recentemente infectado com o vírus do Oeste do Nilo nos EUA (Holick *et al.*, 2002). É também um competente vetor experimental de vários outros arbovírus, como o chikungunya, ross river e vírus da encefalite japonesa (Shroyer, 1986; Mitchell, 1995b). Ainda pode sustentar o desenvolvimento do vírus da febre amarela (Shroyer, 1986; Mitchell, 1995b; Johnson *et al.*, 2002) (Quadro 1).

Na Ásia, o *Ae. albopictus* é vetor natural do vírus da encefalite japonesa, em áreas rurais e urbanas. É capaz de veicular horizontalmente os quatro sorotipos do vírus da dengue e verticalmente, quando em circunstâncias experimentais, os sorotipos DENV1 e DENV4 (Silva *et al.*, 2004).

Nas Américas as pesquisas sobre mosquitos vetores de doenças passaram a levar em conta a situação do *Ae. albopictus* como potencial vetor de diversas doenças ao homem, o qual foi encontrado naturalmente infectado com os vírus da dengue e da encefalite eqüina do leste. Ibañez-Bernal *et al.* (1997) relataram o primeiro encontro dessa espécie naturalmente infectada no México pelos vírus da dengue DENV2 e DENV3 (Ibañez-Bernal *et al.*, 1997). Em laboratório demonstrou competência à infecção e à transmissão para 23 arbovírus distintos (Moore *et al.*, 1988) e do vírus Nodamura, que provavelmente, não é uma arbovirose. Geralmente sua susceptibilidade para vírus é maior que a do *Ae. aegypti* (Quadro 1) (Mitchell, 1995a).

Quadro 1: Principais vírus, modo de infecção, tipo de transmissão e situação de infecção na natureza do *Aedes albopictus*.

Vírus	Infecção oral	Transmissão oral	Infectado na natureza
Chikungunya ^{1,2}	+	+	Sim
Dengue 1,2,3,4 ^{1,2}	+	+	Sim
Encefalite de St. Louis ¹	+	+	Não
Encefalite Equina de Leste ²	+	+	Sim
Encefalite Equina do Oeste ²	+	+	Não
Encefalite Equina Venezuelana ²	+	+	Não
Encefalite Japonesa ¹	+	+	Sim
Febre Amarela ^{1,2}	+	+	Não
Febre do vale Rift	+	+	Não
Jamestown Canyon ²	+	+	Não
Keystone ²	+	?	Sim
La Cross ²	+	+	Não
Mayaro ²	+	+	Não
Nilo Ocidental ²	+	+	Não
Nodamura ¹	+	?	Não
Oropuche ²	+	-	Não
Orungo ¹	+	+	Não
Potosi ²	+	+	Sim
Rio Ross ^{1,2}	+	+	Não
Santo Ângelo ²	+	+	Não
Sindbis ²	+	+	Não
Tensaw ²	?	?	Sim
Trivittatus ²	+	-	Não

¹ Estudos realizados com cepas de *Ae. albopictus* do Havaí, de Ásia ou de ambos.

² Estudos realizados com cepas de *Ae. albopictus* dos Estados Unidos, Brasil ou de ambos.

Fonte: Ponce, et al., 2004

Com relação ao vírus do Oeste do Nilo (West Nile Vírus - WNV), evidências sugerem que *Ae. albopictus* pode estar implicado na ecologia do WNV nos EUA, com pools positivos de mosquitos encontrados na Pensilvânia (Holick et

al., 2002) e na área compreendida entre Baltimore e Washington (Kutz *et al.*, 2003), onde o *Ae. albopictus* pode servir como um vetor ponte entre pássaros infectados com o vírus e humanos, e com evidente transmissão vertical sobre condições de laboratório. Todavia, não há confirmação de transmissão em campo do WNV por *Ae. albopictus* nos EUA (Gratz, 2004).

Recentemente aconteceram surtos em grande escala do vírus Chikungunya em ilhas do Oceano Índico, e subsequente importação de casos humanos para a Europa, particularmente para a França (Cordel *et al.*, 2006), o que promoveu uma forte preocupação sobre uma possível transmissão endêmica deste vírus na Europa. O *Ae. albopictus* tem sido relacionado com a transmissão deste vírus em Reunion, e mesmo que outros mosquitos estejam envolvidos, o *Ae. albopictus* é considerado seu principal vetor. A Agência Europeia de Controle de Doenças (ECDC) tem recomendado a identificação e atualização de áreas de risco para o estabelecimento deste vetor, considerando as condições climáticas e ecológicas na Europa, ainda, a vigilância do vetor deverá ser ampliada nestas áreas (Ecdc, 2006).

Em estudos laboratoriais, o *Ae. albopictus* foi o mais eficiente vetor do vírus La Crosse (LAC) quando comparado com seu vetor natural, o *Aedes triseriatus* (Say) (Grimstad *et al.*, 1989), e poderá, prontamente, transmitir este vírus para chimpanzés (Cully *et al.*, 1992). Em estudos de campo e laboratório, relacionados com competição larval em pneus e depósitos artificiais, o *Ae. albopictus* excedeu em número o *Ae. triseriatus* (Ho *et al.*, 1989; Novak *et al.*, 1993). Contudo, o vírus LAC não foi isolado de fêmeas de *Ae. albopictus* capturadas em campo em uma área endêmica desta doença.

A população de *Ae. albopictus* introduzida no Brasil demonstrou capacidade de transmitir dengue, febre amarela e vírus da encefalite eqüina venezuelana sob condições laboratoriais, tendo sido registrado isolamento do vírus dengue DEN1 em larvas no estado de Minas Gerais. Em alguns municípios desse estado, a população de *Ae. albopictus* já se apresenta como a principal desse gênero, superando a do *Ae. aegypti*.

Outras doenças como a febre de Oropouche, Keystone, Tensaw, Cache Valley e Potosi podem eventualmente ser transmitidas por *Ae. albopictus* (Mitchell, 1995b). Vale ressaltar que Cache Valley e a encefalite eqüina do leste são as únicas doenças humanas isoladas de populações norte-americanas deste mosquito. No caso do vírus da encefalite de Saint Louis, a quantidade de vírus circulante nos hospedeiros naturais (aves) é, em geral, insuficiente para infectar o mosquito (Moore e Mitchell, 1997). O *Ae. albopictus*, portanto, é um potencial vetor para diversas arboviroses, sendo importante o seu controle entomo-epidemiológico, já que muitas destas doenças podem vir a ser emergentes no Brasil.

Pesquisas recentes evidenciam a transmissão de *Dirofilaria immitis* que parasita com maior freqüência o cão, entretanto pode agir sobre outros mamíferos, inclusive o homem (Milanez *et al.*, 1997; Cancrini, Regalbono *et al.*, 2003) e *Dirofilaria repens* (Cancrini, Romi *et al.*, 2003) por populações italianas de *Ae. albopictus*, juntamente com o aumento da prevalência de dirofilariase humana na Itália, fato este que tem levantado preocupações relacionadas à saúde pública.

Em relação à dengue observa-se que o *Ae. albopictus* é um vetor secundário em vários países do sudeste asiático e algumas ilhas no Oceano Índico podendo ser vetor primário.

Na Índia, em uma área onde o *Ae. aegypti* não havia sido identificado houve a detecção de que o *Ae. albopictus* foi o vetor, entretanto não havia como comprovar. Em outra área deste mesmo país foi reportado o isolamento de vírus dengue em espécimes de *Ae. albopictus*. Nos anos de 1960, a epidemia de dengue/dengue hemorrágica que se iniciou em Manila alcançou Bangkok, entretanto não foi encontrado *Ae. aegypti* na cidade mesmo com uma elevada incidência na população local (Gratz, 2004).

Na década de 1970, na Malásia, o *Ae. albopictus* foi o inseto dominante nos criadouros domésticos e apresentou associação direta com o homem em todas as localidades estudadas. A partir destas observações foi concluído que a transmissão de dengue foi mantida pelo *Ae. albopictus* (Gratz, 2004).

Knudsen (1995) descreveu um ciclo de transmissão silencioso de dengue nas florestas da Malásia que envolvia o *Ae. albopictus* (Knudsen, 1995). Nas ilhas Salomão, foi incriminado como um vetor da febre hemorrágica da dengue.

Em 1978, dengue foi identificada novamente na China e o *Ae. aegypti* foi reportado como sendo vetor nas regiões costeiras enquanto que o *Ae. albopictus* foi descrito como sendo o vetor nas regiões do interior continental. Em relação a um surto que ocorreu na China, foi determinado que tanto o *Ae. aegypti* quanto o *Ae. albopictus* foram identificados como importantes vetores de dengue (Gratz, 2004).

Surtos em locais da China, onde o *Ae. aegypti* está ausente, o *Ae. albopictus* é o vetor e mesmo quando ele não é o único vetor pode ser responsável por epidemias de dengue como pode ser mostrado em recentes epidemias em Seychelles e Japão, e um pequeno surto recente no Havaí.

Tandon & Raychoudhury (1998) determinaram que a dengue na Índia fosse transmitida pelo *Ae. aegypti* nas cidades e pelo *Ae. albopictus* nas áreas suburbanas e rurais (Tandon e Raychoudhury, 1998). Em Seychelles, onde aproximadamente 75% da população foi infectada pelo vírus dengue, Metselaar *et al.* (1980), que investigaram o surto, identificaram o *Ae. albopictus* como único vetor. Calisher *et al.* (1981) em investigações epidemiológicas deste surto também afirmaram que o *Ae. albopictus* foi o provável vetor (Metselaar *et al.*, 1980; Calisher *et al.*, 1981).

1.5.1 Potencialidade como Vetor da Febre Amarela e Dengue

Considerando o papel do *Ae. albopictus* como vetor da dengue, Gratz (2004) concluiu que ele provavelmente atua como um vetor de manutenção nas áreas rurais de países endêmicos do Sudeste Asiático e ilhas do Pacífico (Gratz, 2004). Apesar de se ter isolado freqüentemente vírus dengue de mosquitos selvagens, não há evidência que ele seja um importante vetor urbano da dengue, exceto em um pequeno número de países onde o *Ae. aegypti* está ausente.

Entretanto o *Ae. albopictus* ainda não foi responsabilizado por surtos da dengue no Brasil, mesmo mostrando capacidade e susceptibilidade de veicular horizontalmente os quatro sorotipos do vírus da dengue e de transmitir verticalmente

os sorotipos DENV1 e DENV4, e que suas larvas tenham sido encontradas naturalmente infectadas com os vírus DENV1, no estado de Minas Gerais (Serufo *et al.*, 1993; Passos *et al.*, 2003; Brito e Forattini, 2004).

O *Ae. albopictus* é ainda capaz de ser infectado experimentalmente com o vírus da febre amarela, e mesmo não sendo um eficiente transmissor pode reintroduzir esta enfermidade ao ambiente urbano devido à sua facilidade de freqüentar ambientes silvestres, rurais, suburbanos e urbanos (Consoli e Lourenço, 1994).

Amostras de *Ae. albopictus*, obtidas nos municípios de Nova Iguaçu e Rio de Janeiro, demonstraram ser consideravelmente susceptíveis ao vírus dengue e exibiu elevada competência em assegurar a transmissão vertical do vírus, o que sugere que *Ae. albopictus* pode participar de alguma forma na manutenção do vírus na natureza e em nosso meio (Lourenço *et al.*, 2003; Santos, 2003; Castro *et al.*, 2004). Se no momento não existe comprovação de envolvimento de *Ae. albopictus* como transmissor do vírus da dengue, pois a sua distribuição e abundância não coincidem com os casos da doença (Serufo *et al.*, 1993), o aumento considerável dessa população eleva o risco potencial de transmissão do vírus (De Albuquerque *et al.*, 2000).

Espécimes de *Ae. albopictus* de duas localidades diferentes do Brasil foram testados quanto à susceptibilidade ao vírus dengue. No município de Pindamonhangaba, em uma localidade urbana, e outra rural, foi observada uma diferença significativa em relação à susceptibilidade com mosquitos F1 de ambas as áreas geográficas, entre a cepa selvagem e a cepa New Guinea C. Tal diferença se manteve para as demais gerações, a população de mosquitos F2 foi testada com as mesmas cepas, a cepa New Guinea C novamente apresentou um maior poder de infectividade, mesmo com títulos de alimentação sangüínea menores (Moncayo *et al.*, 2004).

Os quatro eventos evolutivamente independentes de emergência das cepas do DENV (DENV1 - 4) sugerem que a adaptação do DENV a novos vetores e hospedeiros ocorreu repetidamente entre 300 a 1.500 anos atrás na Ásia ou Oceania (Wang *et al.*, 2000; Holmes e Twiddy, 2003). Partindo do princípio de que o

Ae. aegypti não era habitante destas regiões naquele momento, o *Ae. albopictus* provavelmente era o vetor original para os humanos (Gubler, 1998).

Esta hipótese, que o *Ae. albopictus* era o vetor original peridoméstico foi sustentada por Moncayo *et al.* (2004); Ele se mostrou mais susceptível a cepas endêmicas do vírus DENV-2 quando comparado com o *Ae. aegypti*. A superioridade, independentemente da origem geográfica do *Ae. albopictus* comparada ao *Ae. aegypti* (94% e 69%, respectivamente), supõe um maior grau de adaptação, representando um longo contato do vírus com o *Ae. albopictus*. Contudo, outros estudos com populações simpátricas do Brasil mostraram o *Ae. aegypti* com maior susceptibilidade que o *Ae. albopictus* a cepas endêmicas do DENV-2 (Gubler e Rosen, 1976; Lourenco De *et al.*, 2003; Moncayo *et al.*, 2004).

Se ocorrer a comprovação de que o *Ae. albopictus* é vetor eficaz da dengue e febre amarela, representará um problema de alta gravidade, pois é ainda duvidoso que haja alguma expectativa de controlar populações, no momento em que esta espécie se estabelecer em ambiente silvestre (Silva *et al.*, 2006).

1.6 Outros Vetores da Dengue

Além do *Ae. aegypti* e do *Ae. albopictus* existem outras espécies que podem ser classificadas como vetores dos vírus dengue. Dentre elas se destacam o *Aedes africanus*, *Aedes luteocephalus* e o *Aedes polynesiensis*.

1.6.1 *Aedes africanus*

Sua distribuição se dá por toda a África Central, tendo sido encontrado em: Angola, Burkina Faso, Camarões, República Centro Africana, Costa do Marfim, Guiné, Etiópia, Gabão, Quênia, Libéria Moçambique, Nigéria, São Tomé e Príncipe, Senegal, Sudão, Uganda, Zâmbia e Zaire (Figura 10).



Figura 10 – Distribuição do *Aedes africanus* no continente africano.

Suas larvas são encontradas principalmente em ocos ou fendas de árvores, entrenós de bambu e depósitos artificiais. As fêmeas fazem repasto em humanos e podem entrar nas casas para realizá-lo. Apresentam uma atividade principalmente no período crepuscular do início da manhã e final da tarde (Huang, 1990).

É um dos mais importantes vetores de arboviroses na África tropical, e um eficiente vetor de Febre Amarela. Os vírus chikungunya, dengue e febre do vale Rift também foram isolados desta espécie (Huang, 1990).

1.6.2 *Aedes luteocephalus*

Semelhante ao *Ae. africanus* o *Ae. luteocephalus* tem sua distribuição em toda a região central da África, além de países do sul como África do Sul (Figura 11). Tem como habitats larvais preferenciais ocos de árvores, entrenós de bambu e depósitos artificiais são também utilizados, insetos fêmeos também foram capturados picando humanos (Huang, 1990).

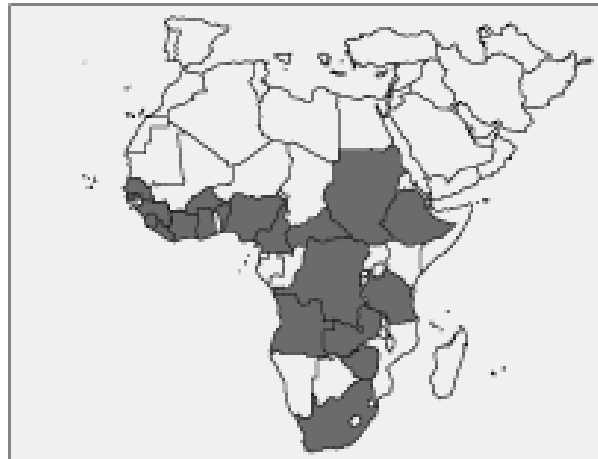


Figura 11 – Distribuição do *Aedes luteocephalus* no continente africano.

Esta espécie é transmissora de febre amarela no centro e oeste africano. Chikungunya, Zika e dengue DEN2 também foram isolados de espécimes *Ae. luteocephalus*. Ensaio foram realizados para a transmissão do vírus da febre amarela com *Ae. luteocephalus*, e ele transmitiu esta doença da mesma maneira que o *Ae. aegypti* e os sintomas em macacos foram típicos de febre amarela sem nenhuma modificação na sua virulência ao passarem por estes mosquitos (Huang, 1990).

1.6.3 *Aedes polynesiensis*

É encontrado em diversas ilhas localizadas no Oceano Pacífico pertencentes à Polinésia e Micronésia, destacam-se Ilhas Cook, Samoa, Taiti, Tubuai e Tuamotu.

Aedes polynesiensis sofreu dispersão por estas ilhas através de transporte passivo, por seus habitantes. É difícil de determinar sua origem, já que este mosquito surgiu a partir de hibridização, mas suspeita-se que foi originado em Samoa (Belkin, 1962).

Esta espécie tem características semidomésticas com uma variabilidade de criadouros bem extensa, que inclui desde ovos em árvores, cascas de coco, conchas e tipos variados de depósitos artificiais, axilas de folhas a buracos de

caranguejo. Suas fêmeas têm atividade diurna, com maior intensidade no início da manhã e no final da tarde (Belkin, 1962).

Observações epidemiológicas na Polinésia sugerem que o *Ae. polynesiensis* tem servido como um vetor natural da dengue nesta região. O mosquito foi capaz de transmitir dengue entre macacos em laboratório (Rosen *et al.*, 1954). Também é transmissor da filariose linfática.

1.7 Justificativa

A presença do *Ae. albopictus* na área urbana de Fortaleza necessita a elaboração de estudos para detectar se esta espécie apresenta o mesmo comportamento observado em outros Estados com relação aos criadouros naturais e artificiais.

Desta forma se torna importante buscar por fontes de criadouros naturais e artificiais em áreas com alta concentração de árvores para *Ae. albopictus*, através de um inquérito larvário e de ovos, detectando-se a presença e dispersão de um potencial vetor para dengue e febre amarela e outras possíveis enfermidades, tal fato é fundamental para a monitoração de potenciais epidemias.

Diante das condições anteriores sobre o *Ae. albopictus*, espécie detentora de ampla valência ecológica, acredita-se que o estudo de áreas com alta concentração de árvores na cidade de Fortaleza ofereça condições para avaliar aspectos da infestação desse culicídeo. Espera-se que o produto desta pesquisa possa fornecer informações que possibilitem subsidiar ações de controle, caso esse culicídeo venha a concretizar as potenciais ameaças à saúde pública.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Descrever a presença de formas imaturas de *Aedes albopictus* em criadouros naturais e artificiais e os diferentes determinantes da sua infestação em áreas com alta concentração de árvores na cidade de Fortaleza - Ceará.

2.2 Objetivos Específicos

Caracterizar os aspectos ambientais e físicos dos criadouros que os tornam espaços de preferência para oviposição por *Aedes albopictus*;

Comparar, nos criadouros identificados, a dinâmica populacional do *Aedes albopictus* com outros culicídeos;

Demonstrar a produção de larvas e ovos de *Aedes albopictus* em criadouros naturais e artificiais;

Descrever a possibilidade de criadouros naturais servirem como fonte mantenedora de ovos de *Aedes albopictus* ainda viáveis após o período de chuva;

Sugerir estratégias que possam auxiliar no progresso do controle ambiental dos criadouros do *Aedes albopictus*.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Modelo do Estudo

Estudo descritivo exploratório realizado a partir de uma investigação de campo com o propósito de avaliar a permanência de criadouros naturais como locais de manutenção de ovos viáveis de *Ae. albopictus*. As coletas de material foram realizadas em áreas com alta concentração de árvores em quatro bairros da cidade de Fortaleza no ano de 2007. As amostras coletadas foram analisadas no laboratório de entomologia da Universidade Federal do Ceará, com condições de infra-estrutura adequadas para a realização do estudo.

O estudo se dividiu em duas etapas: a primeira iniciada na estação chuvosa, onde foi coletada a água existente dentro de criadouros naturais ou artificiais; e uma segunda coleta realizada na estação não chuvosa, onde foi coletado o material interno dos criadouros naturais. Os criadouros artificiais não foram vistoriados no segundo momento.

3.2 Características das Áreas Seleccionadas

O estudo foi desenvolvido no município de Fortaleza, organizado operacionalmente por meio de sua estrutura em Secretarias Executivas Regionais (SER). Desde 1997, a administração de Fortaleza é regionalizada e executada em conjunto pelas SER. São seis regionais onde se encontram os 116 bairros da cidade.

Foram seleccionadas quatro áreas em quatro bairros de três regionais (SER II, SER III e SER V), cuja presença de uma grande concentração de árvores foi comprovada e assim poderiam apresentar criadouros naturais para larvas de *Ae. albopictus* durante a estação chuvosa. Os bairros seleccionados apresentam em sua constituição áreas com alta concentração de árvores bem definidas e a presença de criadouros naturais do tipo oco de árvore.

As áreas estudadas foram identificadas em um mapa da cidade de Fortaleza (Figura 12). Os bairros e suas respectivas áreas de pesquisa estão descritos no Quadro 2.

Quadro 2 – Bairros selecionados para a coleta e pesquisa em campo dos determinantes da infestação do *Aedes albopictus* em áreas com alta concentração de árvores da cidade de Fortaleza, no ano de 2007.

ORDEM	SER	BAIRRO	ÁREA
1	II	São João do Tauape	Parque Adahil Barreto
2	II	Joaquim Távora	Parque Rio Branco
3	III	Maraponga	Arredores da Lagoa da Maraponga
4	V	Pici	Campus do Pici

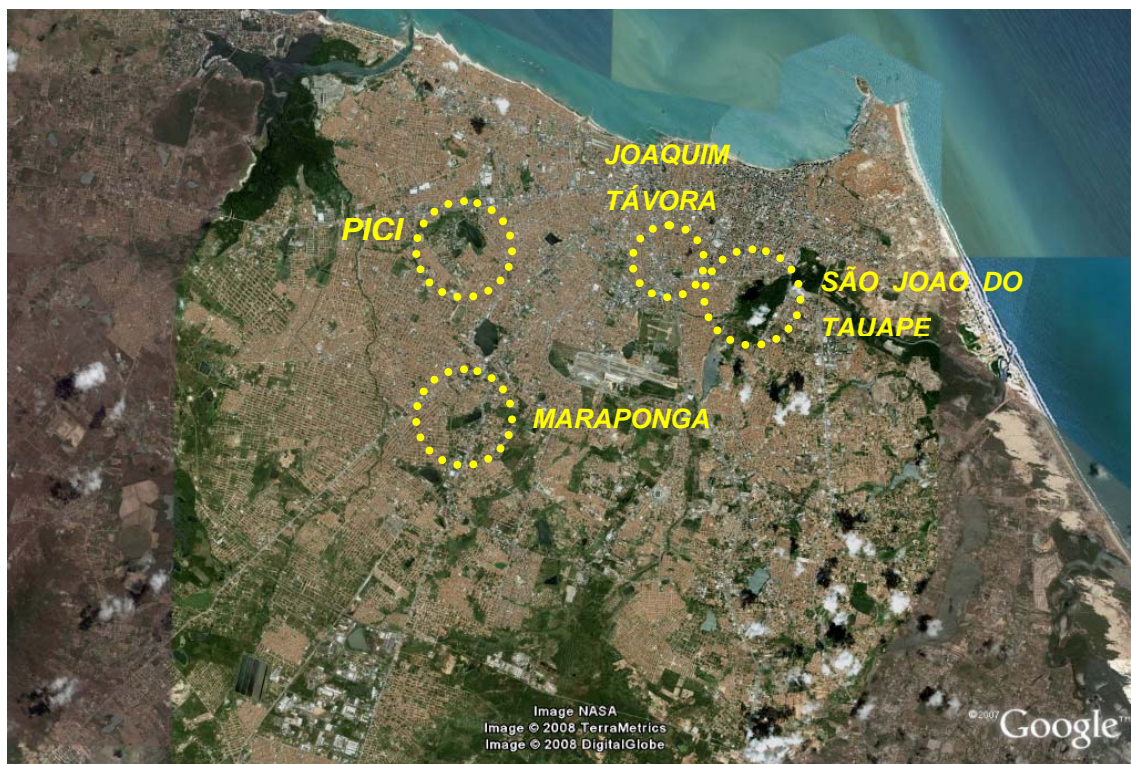


Figura 12 – Vista aérea da cidade de Fortaleza identificando os quatro bairros da cidade que foram selecionados para a pesquisa, no município de Fortaleza – Ceará.

3.2.1 Área 1 – Bairro São João do Tauape – Parque Adahil Barreto

As observações no bairro São João do Tauape foram realizadas no parque Adahil Barreto, situado nas coordenadas 3° 45' 16" S e 38° 30' 03" W. Conforme pode ser visto nas figuras 13 e 14, identifica-se uma grande concentração de árvores dentro deste parque, à margem do rio Cocó, que é área de proteção ambiental na cidade de Fortaleza.

Este parque tem amplo uso pela população de Fortaleza, sendo utilizado como local de recreação de diversas escolas e como área de prática de exercícios físicos pela população, principalmente no início da manhã e no final da tarde.

3.2.2 Área 2 – Bairro Joaquim Távora – Parque Rio Branco

O parque Rio Branco, localizado nas coordenadas 3° 45' 05" S e 38° 12,08" W, se destaca com a maior concentração de árvores, figuras 15 e 16, apresentando um grande número de espécimes do gênero *Terminalia* (Castanholas), que tem como característica sulcos em seu caule e raízes que podem acumular água na estação chuvosa e por isso foi selecionado para o estudo.

3.2.3 Área 3 – Bairro Maraponga – Entorno da Lagoa da Maraponga

Apesar de não ter apresentado a presença de *Ae. albopictus* no inquérito inicial, o bairro Maraponga tem seu limite com três outros bairros que apresentavam a presença do *Ae. albopictus* – Parangaba, Itaperi e Jardim Cearense, tendo, assim, uma possibilidade imensa de abrigar formas imaturas deste inseto. Apresenta no entorno da lagoa da Maraponga, localizada nas coordenadas 3° 47' 32" S e 38° 34' 09" W, uma grande variedade de árvores de várias espécies diferentes, com a possibilidade de se encontrar muitos ocos que servissem de criadouros, conforme pode ser observado nas figuras 17 e 18. Da mesma forma que o parque Adahil Barreto a população deste bairro e dos bairros vizinhos utiliza a área para a prática de exercícios físicos e para a recreação durante o dia.

3.2.4 Área 4 – Bairro Pici – Campus do Pici

O Campus do Pici pode ser considerado um ambiente altamente favorável à presença de criadouros naturais em árvores, pois têm toda a sua área recoberta por diversas espécies de árvores de grande porte (figuras 19 e 20). Fica localizado nas coordenadas 3° 44' 39" S e 38° 34' 29" W, e apresenta uma população de alunos, professores e funcionários presentes o ano inteiro, a qual pode servir de fonte de repasto para a espécie estudada.



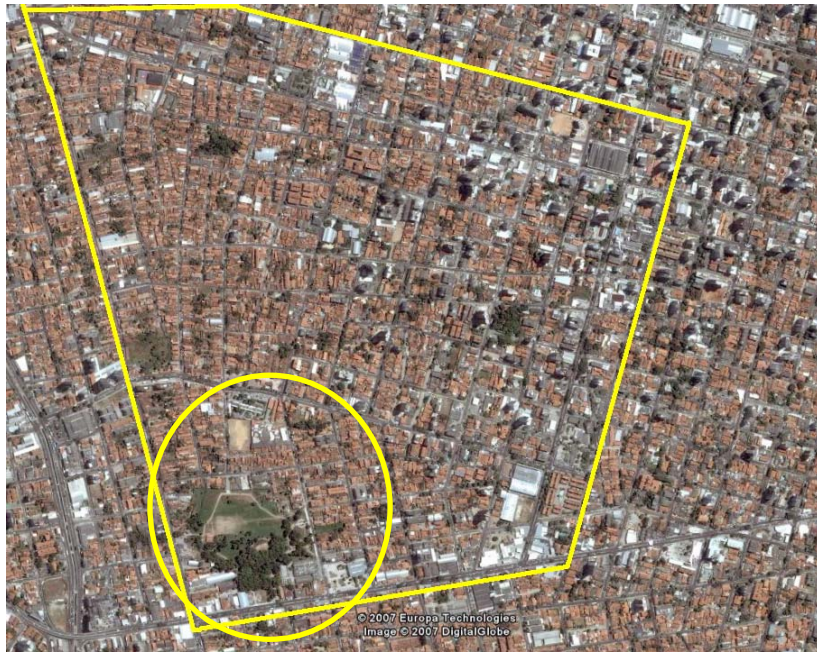
Fonte: Google Earth 2007 – Adaptado

Figura 13 – Vista aérea do bairro São João do Tauape identificando o parque Adahil Barreto, no município de Fortaleza – Ceará.



Fonte: Google Earth 2007 – Adaptado

Figura 14 – Vista aérea do Parque Adahil Barreto, no bairro São João do Tauape, Fortaleza – Ceará.



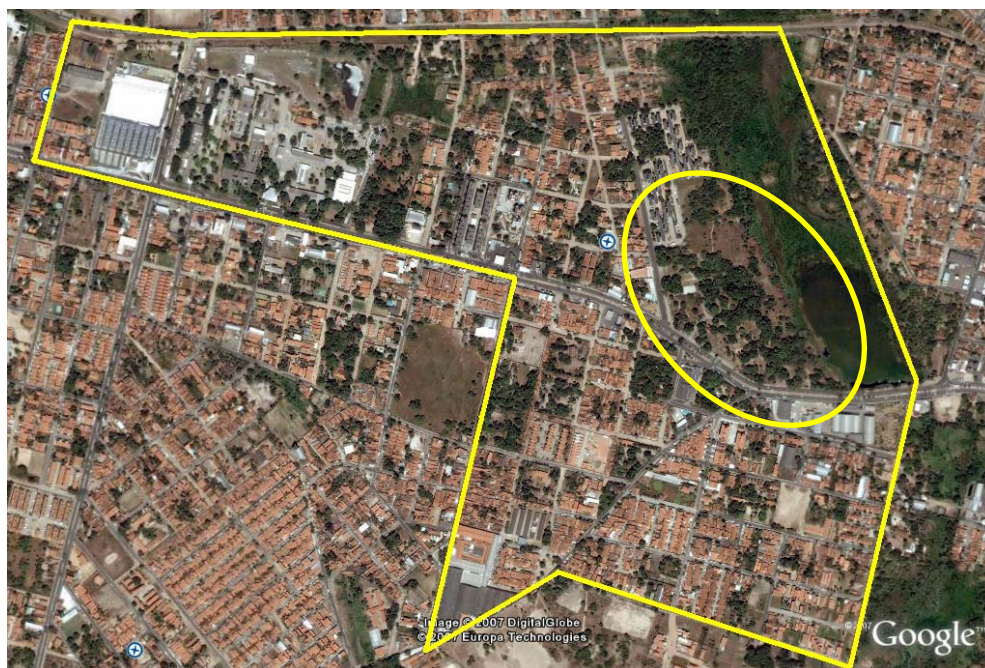
Fonte: Google Earth 2007 – Adaptado

Figura 15 – Vista aérea do bairro Joaquim Távora, identificando o parque Rio Branco, no município de Fortaleza – Ceará.



Fonte: Google Earth 2007 – Adaptado

Figura 16 – Vista aérea do parque Rio Branco, no bairro Joaquim Távora, Fortaleza – Ceará.



Fonte: Google Earth 2007 – Adaptado

Figura 17 – Vista aérea do bairro Maraponga, identificando o entorno da Lagoa da Maraponga, no município de Fortaleza – Ceará.



Fonte: Google Earth 2007 – Adaptado

Figura 18 – Vista aérea do entorno da Lagoa da Maraponga, no bairro Maraponga, município de Fortaleza – Ceará.



Fonte: Google Earth 2007 – Adaptado

Figura 19 – Vista aérea do bairro Pici, identificando o Campus do Pici, município de Fortaleza – Ceará.



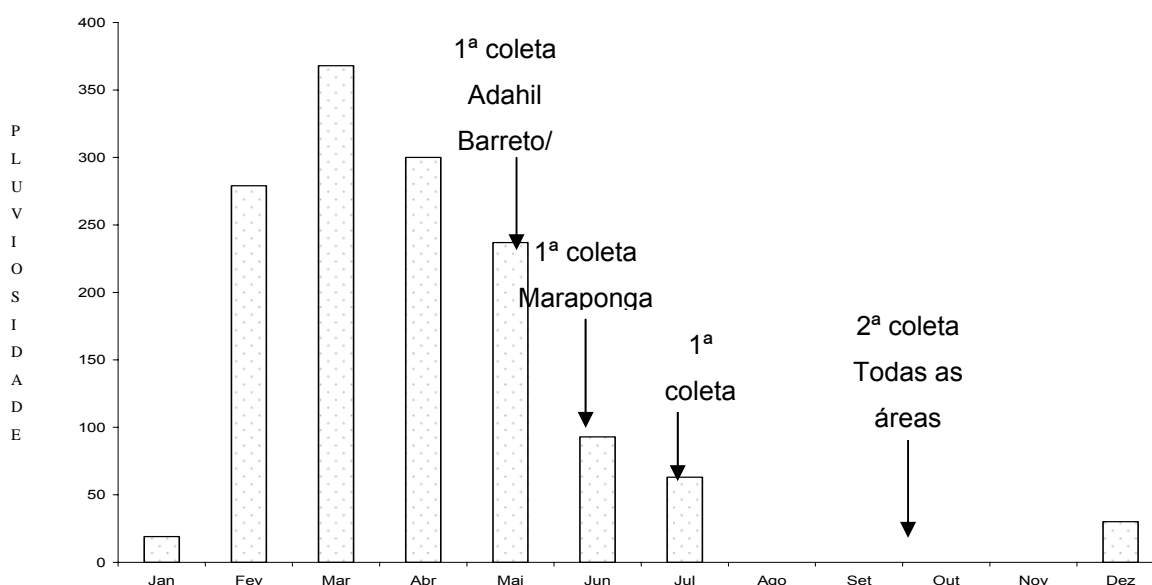
Fonte: Google Earth 2007 – Adaptado

Figura 20 – Vista aérea do Campus do Pici, no bairro do Pici, município de Fortaleza – Ceará.

3.3 Levantamento Entomológico

As coletas iniciais foram realizadas nos meses maio, junho e julho onde a estação chuvosa se mostrava presente (Funceme, 2008). Os criadouros passíveis de apresentar água estavam todos cheios. A segunda coleta foi realizada no final do mês de setembro e início do mês de outubro quando já não havia chuvas por pelo menos dois meses. Os criadouros naturais se encontravam secos, e assim pode-se verificar sua viabilidade como mantenedores de ovos para o ano seguinte. O intervalo médio entre as duas visitas foi de 134 dias, no período de maio a outubro de 2007 (Figura 21).

Durante a primeira coleta realizou-se a seleção das árvores cujo porte permitiu a possível existência de criadouros, efetuando-se buscas nestas árvores para a identificação da presença de criadouros naturais. A coleta de larvas foi realizada com o auxílio de uma lanterna e com o uso de equipamento de sucção. Retirava-se a água contida nos ocos de árvores, transferindo-a para frascos, os quais eram numerados e transportados para o laboratório de entomologia da Universidade Federal do Ceará. Não houve reposição do volume de água extraído dos criadouros.



Fonte: Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos – FUNCEME (2008).

Figura 21 – Pluviosidade (mm) em Fortaleza de acordo com a FUNCEME com identificação dos meses onde foram realizadas as coletas em campo, no ano de 2007.

O volume de água contido nos frascos foi medido, a água filtrada com uma tela de malha fina (0,5mm), que impedia a passagem de ovos e larvas de culicídeos. O material filtrado foi colocado em bandejas contendo água e uma alimentação com carne de soja triturada foi posta diariamente sobre a água. Este tipo de alimento, após experiências em laboratório, apresentou bons resultados quanto ao desenvolvimento larvário, sem prejudicar a nitidez da água (Cavalcanti *et al.*, 2001). Os espécimes foram mantidos nas bandejas até completarem o estágio de pupa. A partir daí foram transferidos para recipientes onde atingiram a fase adulta. Ao atingir esta fase, os mosquitos foram mortos por congelamento, identificados segundo uma chave padrão e contados classificando-os por sexo (Consoli e Lourenço, 1994). Foi também coletada e identificada a fauna associada aos culicídeos.

3.4.1 Presença de Adultos

Além da coleta de larvas, foi realizada pesquisa para determinar a presença de adultos, com a utilização de ovitrampas. As ovitrampas consistiam de depósitos de plástico de cor preta com 15 cm de diâmetro e 20 cm de profundidade, com aproximadamente 500 ml de água natural. Dentro deste depósito foi colocada uma palheta de Duratex de 15 cm de comprimento e 3 cm de largura, esta palheta foi colocada com a superfície lisa em contato com a parte interna do depósito e a superfície rugosa serviu para a oviposição dos mosquitos – figuras 22 e 23.



Figura 22 – Armadilha do tipo ovitrampa, utilizada para a detecção de adultos e coleta de ovos de culicídeos – vista completa.



Figura 23 – Palheta de Eucatex com área rugosa voltada para fora, o que permite a oviposição do mosquito.

Para a detecção dos ovos, semanalmente, as palhetas foram identificadas, acondicionadas individualmente e encaminhadas ao laboratório de entomologia da Universidade Federal do Ceará. Os ovos foram identificados com o auxílio de microscópio estereoscópico com aumento de 40 vezes e, em seguida, colocados para eclosão a fim de obter a confirmação da espécie pela identificação das larvas de terceiro e quarto estágio. As larvas eclodidas nas ovitrampas foram fixadas em etanol 70% e identificadas (Consoli e Lourenço, 1994).

3.5 Caracterização dos Criadouros Estudados

Os prováveis criadouros de mosquitos foram classificados, levando em consideração suas características que, de acordo com a literatura, podem influenciar o *Ae. albopictus* na seleção dos mesmos como locais de oviposição. Tais características foram identificadas em um formulário específico – ANEXO – e no local de armazenamento do material coletado.

Os criadouros foram classificados quanto ao tipo: em artificial constituído por recipientes descartáveis e removíveis como depósitos de plástico, pneus, latas, garrafas e outros; ou em natural, como ocos, bifurcação de árvores e formados por raízes tabulares.

Foi registrado o volume de água retirado em cada criadouro no momento da primeira coleta e classificado em duas faixas tendo como ponto de corte a mediana. Sua altura foi medida desde a borda da abertura até o solo, da mesma forma sua distribuição foi subdividida pela mediana.

Todos os depósitos selecionados, fossem eles naturais ou artificiais, se encontravam com água no momento da vistoria, isto é o que os caracterizavam como possíveis criadouros para o *Ae. albopictus*, assim foi verificada a limpidez da água a olho nu, se estava turva ou límpida; a presença de matéria orgânica na água, como briófitas, folhas ou cascas soltas de árvores.

Outros aspectos importantes foram: a espécie de árvores onde se encontravam os criadouros; e a relação entre o diâmetro da abertura principal e o corpo do criadouro.

3.6 Viabilidade dos Ovos na Estação Não Chuvosa

Com a chegada da estação não chuvosa na cidade de Fortaleza, foi escolhido o momento para a segunda vistoria nos criadouros naturais identificados. Nesta etapa todo o material interno dos ocos das árvores pesquisadas foi coletado usando-se uma espátula adaptada para tal procedimento figuras 24.1 a 24.4. Esta atividade de coleta foi feita devido à espécie em estudo fazer sua postura nas paredes internas dos criadouros.

O material coletado foi acondicionado em sacos plásticos de parede espessa e identificado com a numeração da árvore e do criadouro. Todo o material coletado foi remetido ao laboratório de entomologia da Universidade Federal do Ceará.

No laboratório o material interno dos ocos foi colocado, ainda no saco, em baldes de plástico de 18 litros e completado seu volume com água do sistema público. O tratamento alimentar foi semelhante à primeira coleta e diariamente era verificada a presença de larvas nos recipientes. No momento que as pupas foram identificadas toda a água era filtrada e os espécimes separados e colocados em recipientes devidamente identificados, para que chegassem à fase adulta. A identificação dos espécimes foi semelhante à primeira coleta.

O material restante foi devolvido aos respectivos baldes e novamente completados com água. Este procedimento foi repetido por 30 dias, para que todos os espécimes fossem identificados.

Os resíduos finais foram devolvidos aos respectivos baldes e em seguida colocou-se água fervente mantendo por 30 minutos. Após este período houve uma última filtração e então enviados ao sistema de coleta de resíduos sólidos municipal.

Foram observadas diversas características como a viabilidade do criadouro natural para o acúmulo de água em seu interior, caso estivesse com água esta seria coletada e seu volume medido. Da mesma forma que na primeira visita foi identificada a presença de material orgânico como folhas e musgos.

Devido ao tamanho reduzido de alguns criadouros o procedimento padrão de raspagem da parte interna do oco se mostrou inviável. Um método alternativo de coleta foi utilizado nestes criadouros: foi colocada água, proveniente do sistema público, e esta água foi coletada em aproximadamente duas horas, tempo suficiente para que houvesse a eclosão de ovos e larvas de primeiro estágio fossem coletadas figuras 25.1 e 25.2.



Figura 24.1 – Método utilizado para a coleta de ovos de *Aedes albopictus* em ocos de árvore secos devido à ausência de chuva.



Figura 24.2 – Método utilizado para a coleta de ovos de *Aedes albopictus* em ocos de árvore secos devido à ausência de chuva – visão aproximada.



Figura 24.3 – Método utilizado para a coleta de ovos de *Aedes albopictus* em ocos de árvore secos e com abertura de raio pequeno.



Figura 24.4 – Método utilizado para a coleta de ovos de *Aedes albopictus* em ocos de árvore secos e com abertura de raio pequeno – visão aproximada.



Figura 25.1 – Método alternativo utilizado para a coleta de ovos de *Aedes albopictus* em ocos de árvore secos e com abertura de raio pequeno.



Figura 25.2 – Método alternativo utilizado para a coleta de ovos de *Aedes albopictus* em ocos de árvore secos e com abertura de raio pequeno.

Para cada etapa do estudo foi conduzido um processo sistemático e padronizado de coleta de dados. Para as atividades de campo, houve o apoio da Célula de Vigilância Epidemiológica do Município de Fortaleza através de agentes das Secretarias Executivas Regionais II, III e V, bem como da Fundação Nacional de Saúde. O Departamento de Saúde Comunitária da UFC atuou como instituição executora na pesquisa, incluindo o envolvimento de alunos de iniciação científica.

3.8 Processamentos e Análises de Dados

Os dados coletados compuseram uma única base de dados específica da pesquisa. Para tanto foi utilizado o software Epi-info (CDC, USA), em sua versão 6.04d para a entrada de dados. Para a análise foi utilizado o software Stata, versão 7.0 (Stata Corporation, USA).

A análise dos dados foi realizada em um primeiro momento por meio da análise descritiva das variáveis, com caracterização da distribuição das informações coletadas. Depois foi avaliada a associação das diversas variáveis independentes com a presença e o número de larvas de *Ae. albopictus* nos criadouros na primeira coleta através do teste do qui-quadrado ou exato de Fisher. Para as variáveis contínuas foi utilizado o teste de Mann-Whitney.

4. RESULTADOS

4.1 Caracterização geral dos criadouros encontrados nas áreas com alta concentração de árvores

A vistoria em todas as áreas nos mostrou um total de 62 criadouros existentes na estação chuvosa, destes 49 eram naturais. Dentre as diversas características observadas nos criadouros naturais se destacam a ausência de cobertura em todos eles. A água se mostrou não límpida e a maioria se mostrou sem algas ou briófitas (Tabela 1). A distribuição do volume mostrou uma amplitude elevada, desde pequenos volumes a mais de 2,5 litros. a altura dos criadouros foi bastante variada chegando a mais de quatro metros de altura em relação ao solo (Tabela 2).

Tabela 1 – Características (variáveis categóricas) de criadouros naturais (N=49) examinados num inquérito entomológico para detecção da presença de *Aedes albopictus* em locais com uma alta concentração de árvores, na cidade de Fortaleza, no ano de 2007.

Variável	Frequência	
	N	%
Cobertura:		
-Não	49	100,00
-Sim	0	0,00
Exposição ao Sol:		
-Não	28	57,14
-Sim	21	42,86
Limpidez da Água:		
-Não	35	71,43
-Sim	14	28,57
Presença de algas ou briófitas:		
-Não	45	91,84
-Sim	4	8,16
Presença de Folhas:		
-Não	13	26,53
-Sim	36	73,47
Diâmetro da Boca < Diâmetro do Corpo:		
-Não	39	79,59
-Sim	10	20,41

Tabela 2 – Características (variáveis contínuas) de criadouros naturais (N=49) examinados num inquérito entomológico para detecção da presença de *Aedes albopictus* em locais com uma alta concentração de árvores, na cidade de Fortaleza, no ano de 2007.

Variável	Mediana	1° quartil	3° quartil	Mínimo	Máximo	Media	Desvio Padrão
Volume (ml)	200	70	600	5	2.510	499	655
Altura (cm)	108	60	173	30	426	140	108

No parque Adahil Barreto foi observada uma maior quantidade de criadouros viáveis na estação chuvosa. Nenhuma das árvores pesquisadas apresentou qualquer forma de controle por vedação dos seus ocos, seja com argamassa ou areia. Não havia água somente naqueles ocos onde esta não poderia se acumular por algum motivo natural (como uma fenda na árvore ou um orifício por onde pudesse escoar), a figura 26 identifica um criadouro desta área.



Figura 26 – Exemplo de um criadouro natural encontrado infestado por formas imaturas de *Aedes albopictus* do parque Adahil Barreto na cidade de Fortaleza.

No parque Rio Branco a grande quantidade de árvores do gênero *Terminalia* indicava que o número de criadouros naturais seria abundante, no entanto, ao ser realizada uma vistoria com maior cuidado observou-se que quase todos estes ocos haviam sofrido alguma intervenção. As figuras 27.1 e 27.2 mostram as duas formas de controle usadas nesta área.



Figura 27.1 – Exemplo de criadouro natural encontrado vedado com argamassa impedindo a infestação por formas imaturas de *Aedes albopictus* no parque Rio Branco na cidade de Fortaleza.



Figura 27.2 – Exemplo de criadouro natural encontrado vedado com areia impedindo a infestação por formas imaturas de *Aedes albopictus* no parque Rio Branco na cidade de Fortaleza.

O entorno da lagoa da Maraponga apresentou uma grande quantidade de árvores do gênero *Magnifera*. As bifurcações de tronco se mostraram como o criadouro prevalente, entretanto da mesma forma que no parque Rio Branco estes criadouros se encontravam, em sua maioria, vedados com argamassa, impedindo o acúmulo de água em seu interior. Assim, o criadouro que apresentava água no momento da vistoria era aquele com pequeno volume que passou despercebido pela equipe de controle, figuras 28.1 e 28.2.



Figura 28.1 – Exemplo de criadouro natural infestado por formas imaturas de *Aedes albopictus* no entorno da lagoa da Maraponga na cidade de Fortaleza.



Figura 28.2 – Exemplo de criadouro natural encontrado vedado com argamassa impedindo a infestação por formas imaturas de *Aedes albopictus* no entorno da lagoa da Maraponga na cidade de Fortaleza.

Os criadouros do Campus do Pici foram semelhantes aos do parque Adahil Barreto, apesar de ter muitas árvores com seus ocos vedados, a grande quantidade de árvores presentes no local fez com que ainda fossem encontrados criadouros viáveis. As figuras 29.1 e 29.2 mostram exemplos de criadouros encontrados na área.



Figura 29.1 – Exemplo de criadouro natural infestado por formas imaturas de *Aedes albopictus* no Campus do Pici na cidade de Fortaleza.



Figura 29.2 – Exemplo de criadouro natural encontrado com vedação de argamassa inutilizada no Campus do Pici na cidade de Fortaleza.

Dentre os criadouros artificiais se destacam pneus, cascas de coco e pequenos depósitos de plástico (manteigueiras, garrafas, etc.), e um criadouro pouco usual como uma placa de formatura, com uma pequena calha que armazenou água da chuva e se mostrou infestada no momento da visita. As figuras 30.1 e 30.2 exemplificam esses criadouros. Todos se apresentavam descobertos e sem a presença de algas ou briófitas, 84,62% expostos ao sol e também apresentavam folhas em seu interior. Apenas cinco (38,46%) tinham água límpida no momento da vistoria e oito (61,54%) apresentavam o tamanho da abertura principal menor que o corpo do criadouro.

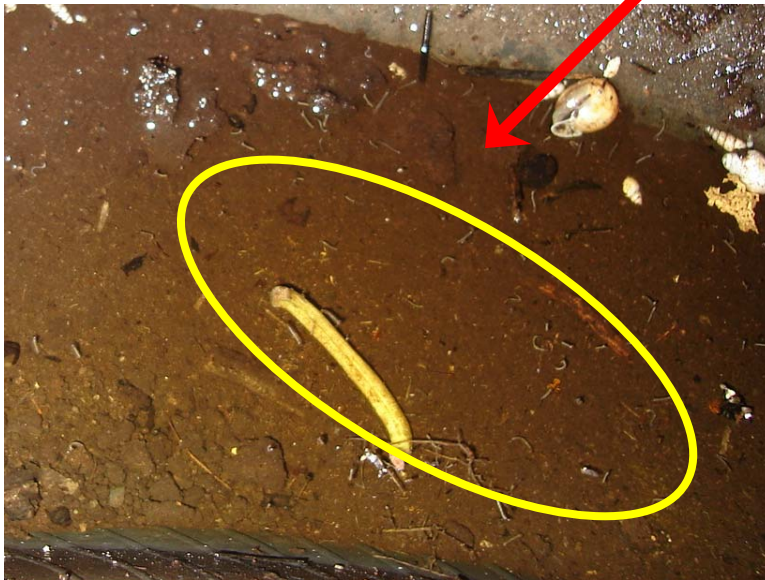


Figura 30.1 – Identificação dos criadouros artificiais encontrados nas quatro áreas com alta concentração de árvores pesquisadas na cidade de Fortaleza – tipo: pneu.

Figura 30.2 – Identificação dos criadouros artificiais encontrados nas quatro áreas com alta concentração de árvores pesquisadas na cidade de Fortaleza – tipo: placa de formatura com uma calha.



As áreas pesquisadas apresentavam diferentes quantidades de criadouros (Tabela 3), com maior número e frequência de positivos no parque Adahil Barreto. O Campus do Pici teve aproximadamente um quarto dos criadouros e o restante se encontrou distribuído nas duas outras áreas.

Tabela 3 – Número de criadouros, naturais ou artificiais (N=62), com a presença de formas imaturas de *Aedes albopictus*, na estação chuvosa, em quatro áreas com alta concentração de árvores pesquisadas na cidade de Fortaleza, no ano de 2007.

Área	Frequência		
	Total	Positivos	%
Parque Adahil Barreto	34	24	70,59
Parque Rio Branco	2	1	50,00
Entorno da Lagoa da Maraponga	10	4	40,00
Campus do Pici	16	6	37,50

4.2 Tipos e características dos criadouros naturais infestados

Dentre as árvores encontradas nas áreas de pesquisa se destacam as do gênero *Terminalia* (castanhola), também devem ser citadas as do gênero *Babusa* (bambus), *Acacia* (Acácias) e *Magnifera* (mangueiras) (Tabela 4). As demais árvores pesquisadas representaram pouco menos da metade das existentes com criadouros viáveis no momento da primeira visita e os criadouros positivos para a presença de *Ae. albopictus* se mostraram distribuídos equitativamente dentre elas.

Tabela 4 – Número de criadouros por gêneros de árvore e infestação pelo *Aedes albopictus*, na estação chuvosa, em locais com uma alta concentração de árvores, na cidade de Fortaleza, no ano de 2007.

Tipo de árvore	Frequência		
	Total	Positivos	%
<i>Acacia</i> (Acácia)	8	4	50,00
<i>Bambusa</i> (Bambu)	7	4	57,14
<i>Anacardium</i> (Cajueiro)	3	2	66,67
<i>Terminalia</i> (Castanhola)	9	5	55,56
<i>Psidium</i> (Goiabeira)	1	1	100,00
<i>Caesalpinia</i> (Jucá)	2	1	50,00
<i>Magnifera</i> (Mangueira)	6	3	50,00
<i>Lucea</i> (Mutamba)	1	1	100,00
<i>Tamarindus</i> (Tamarindo)	1	0	0,00
Outros	11	4	36,36
Total	49	25	51,02

As figuras 31.1, 31.2 e 31.3 mostram exemplos dos criadouros encontrados nas áreas pesquisadas, na estação chuvosa, todos apresentavam água e se encontravam infestados por larvas de *Ae. albopictus*.

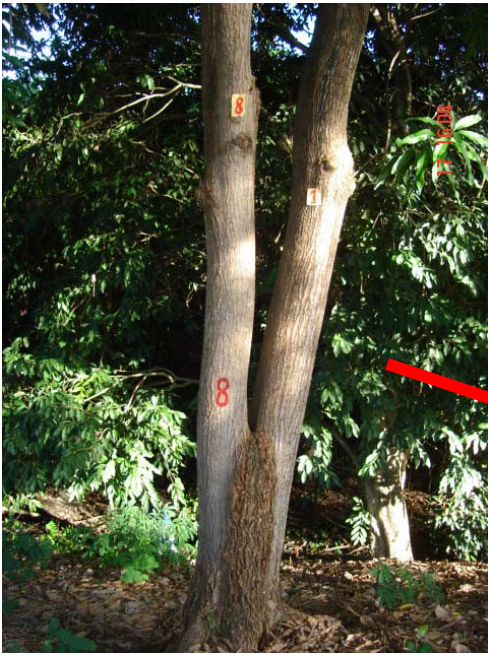


Figura 31.1 – Identificação dos criadouros naturais infestados encontrados nas quatro áreas com alta concentração de árvores pesquisadas na cidade de Fortaleza – tipo bifurcação em árvore (Parque Adahil Barreto).



Figura 31.2 – Identificação dos criadouros naturais encontrados nas quatro áreas com alta concentração de árvores pesquisadas na cidade de Fortaleza – tipo raiz tabular em árvore (Parque Adahil Barreto).

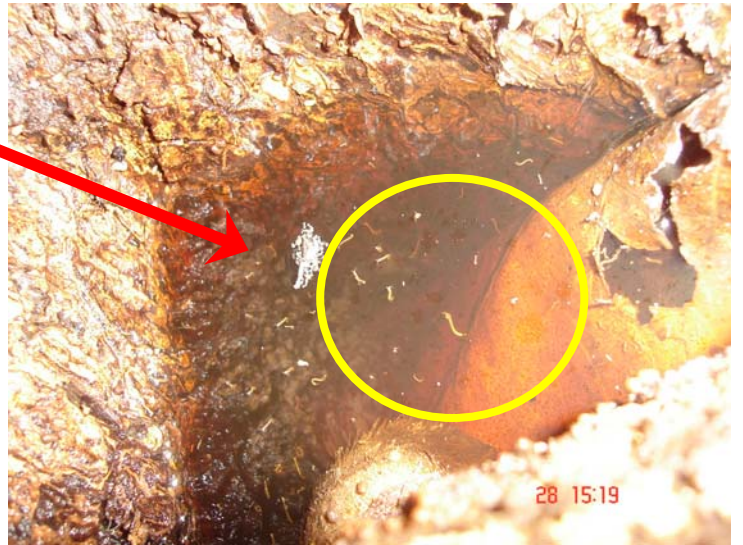


Figura 31.3 – Identificação dos criadouros naturais encontrados nas quatro áreas com alta concentração de árvores pesquisadas na cidade de Fortaleza – tipo oco em árvore (Parque Adahil Barreto).

A relação entre a infestação nos criadouros naturais e o volume encontrado não mostrou diferença significativa, entretanto o valor mediano encontrado nos criadouros infestados foi superior aos não infestados, como também a média. Relacionando à altura, os criadouros infestados mostraram uma amplitude de aproximadamente quatro metros enquanto os não infestados em torno de 3,5 metros. O valor mediano foi inferior naqueles infestados (Tabela 5).

Tabela 5 – Relação entre características (variáveis contínuas) dos criadouros naturais e infestação pelo *Aedes albopictus*, na estação chuvosa, em locais com uma alta concentração de árvores, na cidade de Fortaleza, no ano de 2007.

Variável	Mediana	1º quartil	3º quartil	Mín.	Max.	Média	Desvio Padrão	Valor-p
Volume(ml)*:								
-Criadouro Infestado(N=25)								
-Criadouro Não Infestado(N=24)	300	90	720	5	2510	608	758	0,312
Altura(cm):								
-Criadouro Infestado(N=25)								
-Criadouro Não Infestado(N=24)	81	51	176	32	426	141	131	0,204

* Volume de Água Coletado do Criadouro.

A infestação do criadouro natural se mostrou com distribuição semelhante quando relacionado às diversas variáveis do estudo, não houve significância entre a infestação do *Ae. albopictus* para nenhuma delas. Entretanto pode ser destacada uma porcentagem de infestação ligeiramente superior nos criadouros naturais com água límpida (Tabela 6).

Tabela 6 – Relação entre características (variáveis categóricas) dos criadouros naturais e infestação pelo *Aedes albopictus*, na estação chuvosa, em locais com uma alta concentração de árvores, na cidade de Fortaleza, no ano de 2007.

Característica	TOTAL	Criadouros Infestados		Valor-p
		N	%	
Exposição ao Sol:				
-Não	28	16	57,14	0,322
-Sim	21	9	42,86	
Limpidez da Água:				
-Não	35	16	45,71	0,240
-Sim	14	9	64,29	
Presença de Lodo:				
-Não	45	24	53,33	0,349
-Sim	4	1	25,00	
Presença de Folhas:				
-Não	13	7	53,85	0,812
-Sim	36	18	50,00	
Diâmetro da Boca < Diâmetro do Corpo:				
-Não	39	20	51,28	1,000
-Sim	10	5	50,00	

4.3 Composição da fauna de culicídeos encontrada nos criadouros naturais e artificiais.

Foram identificadas quatro espécies de culicídeos nas amostras coletadas, *Ae. albopictus*, *Ae. aegypti*, *Culex spp.* e *Toxorhynchites spp.*. O índice de infestação dos criadouros naturais e artificiais por larvas destes insetos, na estação chuvosa, pode ser observado na Tabela 7. Destaca-se a infestação pelo *Ae. Albopictus*, enquanto as demais espécies se distribuíram de forma tímida.

Tabela 7 – Número de criadouros, naturais ou artificiais (N=36), positivos por culicídeos, durante a estação chuvosa, em áreas com alta concentração de árvores da cidade de Fortaleza, no ano de 2007.

Principais criadouros encontrados por mosquito	<i>Aedes albopictus</i>		<i>Aedes aegypti</i>		<i>Culex spp.</i>		<i>Toxorhynchites spp.</i>	
	N	%	N	%	N	%	N	%
Criadouro natural em árvores (n=49)	25	51,02	1	2,04	0	0,00	2	4,08
Criadouro artificial (n=13)	10	76,92	1	7,96	1	7,96	0	0,00
Total (n=62)	35	56,45	2	3,23	1	1,61	2	3,23

Não houve infestação dupla de *Ae. albopictus* com larvas de *Culex spp.* ou de *Toxorhynchites spp.*. Apenas um criadouro apresentou infestação simultânea para *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus*.

A composição de insetos imaturos coletados nos criadouros naturais das quatro áreas é apresentada na Tabela 8. Dentre as espécies coletadas foi predominante a infestação pelo *Ae. albopictus*, as outras duas espécies encontradas foram *Ae. aegypti* e *Toxorhynchites spp.*, a primeira tendo sido encontrada no Campus do Pici, e a segunda no parque Rio Branco e no entorno da lagoa da Maraponga.

Tabela 8 – Composição da fauna de culicídeos em criadouros naturais, na estação chuvosa, em quatro áreas com alta concentração de árvores da cidade de Fortaleza, no ano de 2007.

Área	<i>Aedes albopictus</i>		<i>Aedes aegypti</i>		<i>Toxorhynchites sp.</i>		Total	
	N	%	N	%	N	%	N	%
Parque Adahil Barreto	209	100,00	0	0,00	0	0,00	209	100,00
Parque Rio Branco	0	0,00	0	0,00	2	100,00	2	100,00
Entorno da lagoa da Maraponga	23	88,46	0	0,00	3	11,54	26	100,00
Campus do Pici	40	95,24	2	4,76	0	0,00	42	100,00
Total	272	97,49	2	0,72	5	1,79	279	100,00

Verificou-se que *Ae. albopictus* foi a espécie mais freqüente (97,49%) sendo a única encontrada nas quatro áreas observadas, mesmo que de forma reduzida. As demais espécies apresentaram freqüências muito baixas, *Ae. aegypti* com 0,72% e *Toxorhynchites spp.* com 1,79%.

Quando relacionamos os criadouros artificiais observou-se que o percentual de criadouros positivos para o *Ae. albopictus* tem um valor superior às outras espécies encontradas, conforme a Tabela 9.

Das duas espécies restantes encontradas, apenas um único espécime de *Ae. aegypti* foi identificado em um criadouro artificial.

Tabela 9 – Composição da fauna de culicídeos em criadouros artificiais, na estação chuvosa, em quatro áreas com alta concentração de árvores da cidade de Fortaleza, no ano de 2007.

Área	<i>Aedes albopictus</i>		<i>Aedes aegypti</i>		<i>Culex spp.</i>		Total	
	N	%	N	%	N	%	N	%
Parque Adahil Barreto	301	99,67	1	0,33	0	0,00	302	100,00
Parque Rio Branco	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	100,00
Entorno da lagoa da Maraponga	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	100,00
Campus do Pici	10	0,50	0	0,00	1998	99,50	2008	100,00
Total	311	13,46	1	0,04	1998	86,49	2310	100,00

Ao se observar apenas os criadouros artificiais e sua produtividade quanto ao número de insetos, o gênero *Culex* mostrou uma freqüência de 86,49%, entretanto esta produção se deu em apenas um criadouro, uma fonte desativada que acumulou aproximadamente 200 litros de água da chuva e promoveu esta produção tão diferenciada (figura 32).



Figura 32 – Fonte desativada, apresentando água de chuva, infestada com formas imaturas de *Culex spp.*, vistoriada na estação chuvosa, no Campus do Pici na cidade de Fortaleza, no ano de 2007.

A distribuição por sexo das amostras coletadas pode ser observada na Tabela 10, com uma distribuição equitativa em todas as áreas, e uma razão geral de 1,13 fêmeas para cada macho encontrado. Em cada área este valor se manteve em torno de 1,00.

Tabela 10 – Número de espécimes de *Ae. albopictus* por sexo coletados na estação chuvosa, nos criadouros naturais e artificiais de quatro áreas com alta concentração de árvores da cidade de Fortaleza, no ano de 2007.

Área	Número de fêmeas	Número de machos	Total de espécimes	Razão entre sexos
Parque Adahil Barreto	272	238	510	1,14
Parque Rio Branco	30	28	58	1,07
Entorno da lagoa da Maraponga	11	12	23	0,92
Campus do Pici	22	18	40	1,22
Total	335	296	631	1,13

4.4 Produtividade de larvas ovos de *Aedes albopictus*

A distribuição do total de formas imaturas de *Ae. albopictus* pode ser verificada na Tabela 11. Criadouros com maior volume de água no momento da vistoria puderam abrigar maior quantidade de larvas, chegando a um valor máximo de 46 espécimes e o valor mediano se mostrou significativamente diferente nos dois grupos.

Quanto à altura foi observado não haver diferença na produtividade daqueles mais altos em relação aos mais baixos.

Tabela 11 – Distribuição de formas imaturas de *Aedes albopictus* na estação chuvosa, segundo o volume e altura de criadouros naturais situados em locais com uma alta concentração de árvores, na cidade de Fortaleza, no ano de 2007.

Caracterização do criadouro	Mediana	1º quartil	3º quartil	Mínimo	Máximo	Media	Desvio Padrão	Valor-p
Volume(ml)*:								
- ≤ 300	3	1	5	1	19	5,46	6,3	
- > 300	13	2,5	26	1	46	16,75	15,5	0,042
Altura(cm):								
- ≤ 81	4	2,5	17,5	1	46	12,20	15,7	
- > 81	5	2	18	1	25	9,41	8,9	0,848

*Volume de Água Coletado do Criadouro.

Ao se analisar a densidade de formas imaturas por cada litro de água, foi verificada que a média e mediana são bem superiores nos criadouros de menor volume. O mesmo pode ser observado em relação à altura, onde os criadouros naturais mais próximos ao solo, que foram responsáveis por uma maior densidade de formas imaturas por litro de água (Tabela 12).

Tabela 12 – Distribuição da densidade de formas imaturas por litro de água de *Aedes albopictus* na estação chuvosa, segundo o volume altura de criadouros naturais situados em locais com uma alta concentração de árvores, na cidade de Fortaleza, no ano de 2007.

Caracterização do criadouro	Mediana	1º quartil	3º quartil	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão	Valor-p
Volume(ml)*:								
- ≤ 300	58,8	25	200	5,88	400	117,4	123,4	
- > 300	9,32	3,57	34,9	0,44	131	25,8	37,8	0,005
Altura(cm):								
- ≤ 81	58,8	25	200	5,88	400	124,7	121,2	
- > 81	13,7	3,57	22,5	0,44	63	18,2	19,4	0,003

* Volume de Água Coletado do Criadouro.

A Tabela 13 mostra a distribuição por sexo das formas imaturas na estação chuvosa e não chuvosa, respectivamente. Destaca-se a possibilidade de manutenção de ovos na estação não chuvosa com uma quantidade média semelhante à produção de larvas na estação chuvosa.

Tabela 13 - Distribuição de formas imaturas de *Aedes albopictus* na estação chuvosa, e ovos de na estação não chuvosa, em criadouros naturais situados em locais com uma alta concentração de árvores, na cidade de Fortaleza, no ano de 2007.

Estação -Sexo	Mediana	1º quartil	3º quartil	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
Na Estação							
Chuvosa:							
-Machos	2	1	8	0	22	4,7	5,6
-Fêmeas	3	1	10	0	28	6,2	7,6
-Total	4	2	18	1	46	11	12,7
Na Estação Não							
Chuvosa:							
-Machos	2,5	0	2,5	0	25	4,3	6,2
-Fêmeas	0	0	4,5	0	47	4,6	10,2
-Total	5,5	0	7,5	1	72	12,7	18,2

A produção de larvas foi relacionada com as diversas características observadas. Não se encontrou diferença significativa entre elas, mas deve ser destacada a relação entre a limpidez da água e a presença de folhas. Nos criadouros onde havia estas características a produção de formas imaturas mostrou uma mediana superior.

Tabela 14 – Distribuição de formas imaturas de *Aedes albopictus* na estação chuvosa, e ovos de na estação não chuvosa, segundo o volume de criadouros naturais situados em locais com uma alta concentração de árvores, na cidade de Fortaleza, no ano de 2007.

Variável	Mediana	1º quartil	3º quartil	Mínimo	Máximo	Media	Desvio Padrão	Valor-p
Exposição ao Sol:								
-Não	4,5	1,5	17	1	40	10,0	11,3	
-Sim	4	2	23	1	46	12,4	15,6	0,690
Limpidez da Água:								
-Não	3,5	2	13	1	27	7,9	8,7	
-Sim	10	1	23	1	46	16,1	17,3	0,530
Presença de Lodo:								
-Não	4,5	2	18,5	1	46	11,2	12,9	
-Sim	2	2	2	2	2	2,0	0,0	0,442
Presença de Folhas:								
-Não	3	2	6	1	10	4,2	3,1	
-Sim	7	2	23	1	46	13,5	14,1	0,300
Diâmetro da Boca < Diâmetro do Corpo:								
-Não	4,5	1,5	21	1	46	12,0	13,8	
-Sim	3	2	10	2	16	6,6	6,2	0,372

4.5 Viabilidade dos criadouros naturais e manutenção de ovos de *Aedes albopictus*

Dos 49 criadouros naturais observados na estação chuvosa, se mantiveram viáveis 46 (94%) na estação não chuvosa. Dentre os 25 criadouros¹ naturais que estavam infestados na estação chuvosa, nove permaneceram infestados na estação não chuvosa e outros cinco se mostraram infestados por ovos apenas na estação não chuvosa (Tabela 15). Não houve um risco significativo de um criadouro que se mostrou positivo na estação chuvosa se manter positivo na estação sem chuvas.

Tabela 15 – Infestação de criadouros naturais pelo *Aedes albopictus*, durante a estação chuvosa e durante a estação não chuvosa, em locais com uma alta concentração de árvores, na cidade de Fortaleza, no ano de 2007.

Infestação durante a Estação Chuvosa	Total	Infestação durante a Estação Não Chuvosa			
		Criadouros Infestados		Criadouros Não Infestados	
		N	%	N	%
-Criadouros Infestados*	24	09	37,50	15	62,50
-Criadouros Não Infestados	22	05	22,73	17	77,27

* Houve um criadouro infestado na estação chuvosa que se mostrou inviável na estação não chuvosa.

A prevalência de criadouros naturais positivos na estação chuvosa foi superior à estação não chuvosa com 20% a mais de infestação para o *Ae. albopictus* (Tabela 16).

¹ Houve um criadouro natural infestado na estação chuvosa que estava inviável na estação não chuvosa.

Tabela 16 – Prevalência de criadouros naturais infestados na estação chuvosa, ou estação não chuvosa, ou em ambas, em locais com uma alta concentração de árvores, na cidade de Fortaleza, no ano de 2007.

Estação	Criadouros Examinados	Prevalência de Positividade	
		Pontual(%)	I.C. 95%
Chuvosa	49	51,02	36,51 – 65,53
Não Chuvosa	46	30,43	16,62 – 44,25
Chuvosa e Não Chuvosa	47	63,83	49,57 – 78,09

Nas figuras 33 a 36 são representadas as vistas aéreas com a localização aproximada das árvores onde foram encontradas formas imaturas *Ae. albopictus*, a figura superior mostra a coleta na estação chuvosa e a inferior na estação não chuvosa.



Figura 33 – Vista aérea do parque Adahil Barreto com identificação das árvores com criadouros naturais viáveis, infestados (vermelho) e não infestados (amarelo), e inviáveis (verde) na estação chuvosa (acima) e não chuvosa (abaixo).



Figura 34 – Vista aérea do parque Rio Branco com identificação das árvores com criadouros naturais viáveis, infestados (vermelho) e não infestados (amarelo), e inviáveis (verde) no estação chuvosa (acima) e não chuvosa (abaixo).



Figura 35 – Vista aérea do entorno da Lagoa da Maraponga com identificação das árvores com criadouros naturais viáveis, infestados (vermelho) e não infestados (amarelo), e inviáveis (verde) na estação chuvosa (acima) e não chuvosa (abaixo).

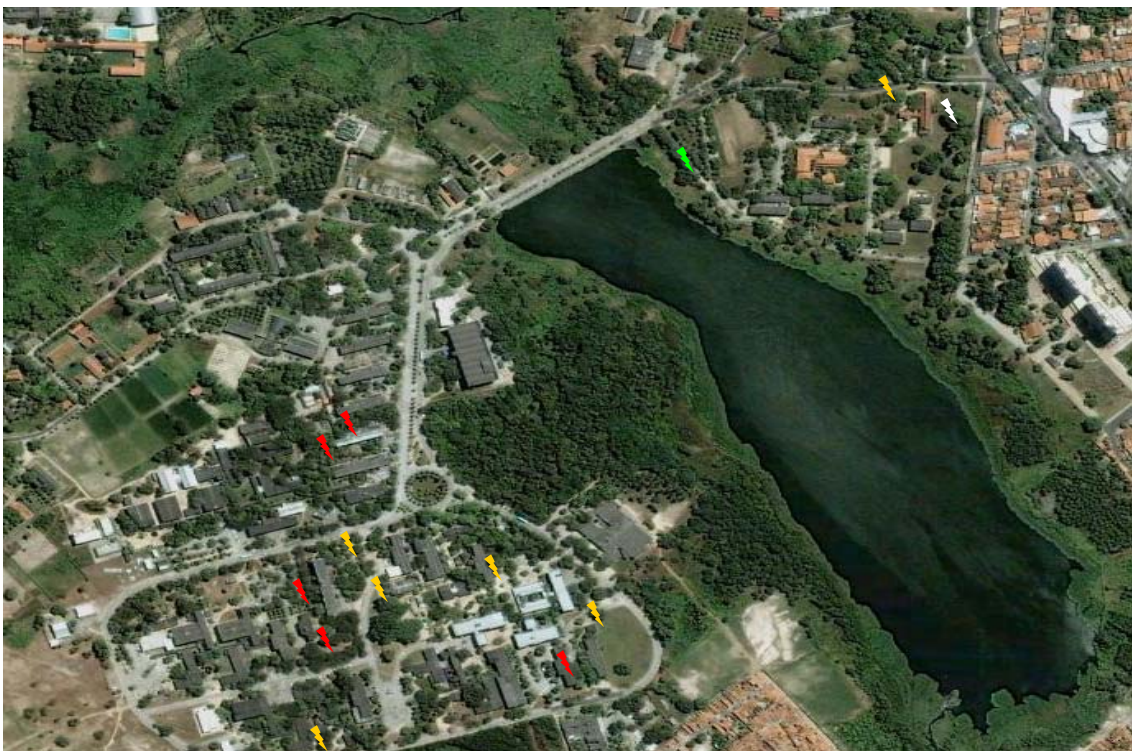


Figura 36 – Vista aérea do Campus do Pici com identificação das árvores com criadouros naturais viáveis, infestados (vermelho) e não infestados (amarelo), e inviáveis (verde) na estação chuvosa (acima) e não chuvosa (abaixo).

5. DISCUSSÃO

Este é o primeiro estudo relacionado à ecologia do *Ae. albopictus*, após sua identificação no ano de 2005, no estado do Ceará (Martins *et al.*, 2006). Há de se responder questões importantes, relacionadas à biologia do *Ae. albopictus*, que podem trazer grande impacto à saúde pública. Este inseto está se dispersando rapidamente em todo o território nacional e apresentando uma fácil adaptação a ambientes encontrados dentro de áreas com alta concentração de árvores nas grandes cidades.

Em abril de 1988 Gomes *et al.* (1988) coletaram água do oco de duas árvores de flambuíã (*Delonix regia*) na região do Vale do Paraíba, e detectaram a ocorrência de *Ae. albopictus* naquela região, tendo sido o primeiro encontro, no Brasil, desta espécie em criadouros naturais tipo oco de árvore (Gomes e Marques, 1988).

A partir deste momento se tornou importante avaliar com maior intensidade o criadouro natural e seu potencial de contribuição para a população deste inseto. Alguns autores discutem o fato do *Ae. albopictus* vir a ter participação em ciclos zoonóticos com envolvimento humano, principalmente por sua reconhecida capacidade de colonizar este habitat em ambientes de mata, rurais ou urbanizados (Yadav *et al.*, 1997; Forattini *et al.*, 1998).

Como este vetor tem preferência por ovipor em criadouros presentes em árvores, destaca-se a seguinte discussão: criadouros naturais em ocos de árvores poderiam servir como fonte mantenedora de ovos viáveis de *Ae. albopictus* para a infestação após um período de ausência de chuva?

A presença de um ambiente favorável a sua oviposição, com características necessárias para o desenvolvimento completo do seu ciclo de vida, fontes de repasto contínuas, como animais silvestres ou seres humanos, ainda, a ausência de controle contínuo específico a este criadouro, podem ser alternativas relacionadas à manutenção da infestação do *Ae. albopictus* nas áreas com alta concentração de árvores na cidade de Fortaleza.

5.1 Viabilidade dos Criadouros Naturais e Manutenção de Ovos

A permanência de viabilidade destes criadouros por longo período, mostra como sua presença pode influenciar na manutenção da infestação pelo *Ae. albopictus*. Os ovos se encontravam viáveis e com possibilidade de sofrer eclosão a partir do momento que o período chuvoso se iniciasse.

Na região do Caribe há uma alta densidade de criadouros naturais que abrigam larvas de *Ae. aegypti* em áreas próximas ao ambiente urbano (Chadee *et al.*, 1998). Britto e Forattini (2004) atribuíram ao criadouro natural, no interior do estado de São Paulo, a possibilidade de manter populações de culicídeos vetores, inclusive *Ae. albopictus*. Estes criadouros são destacados como mantenedores da população de vetores em períodos interepidêmicos e são considerados responsáveis pela reinfestação dos criadouros artificiais mesmo após intensas atividades de controle (Brito e Forattini, 2004).

De acordo com o observado nas tabelas 15 e 16, pode-se identificar o criadouro natural em árvores, na cidade de Fortaleza, como um criadouro de grande importância na manutenção de ovos viáveis de *Ae. albopictus* no período não chuvoso. A alta densidade de ovos presentes nestes criadouros pode ser considerada fundamental para que, no início do período chuvoso do ano seguinte, a infestação pelo *Ae. albopictus* possa ser reestruturada.

O índice de criadouros naturais positivos foi muito elevado, chegando à metade dos existentes no período chuvoso, e a quase um terço no não chuvoso. Neste período a infestação se manteve silenciosa, pois larvas não foram encontradas, já que todos os criadouros naturais estavam secos.

Muitos estudos foram realizados para se correlacionar valores críticos do índice de infestação de criadouros para *Ae. aegypti* e a presença de transmissão viral. Na Índia em todos os momentos de epidemia o índice de criadouros foi superior a 20%, por outro lado em Singapura este valor foi estimado em nove por cento, e na Tailândia foi estimado em um nível muito superior a estes (Who, 1999). Um índice de infestação de 50%, mesmo sendo para *Ae. albopictus* pode ser

considerado como um valor de grande preocupação para a possibilidade de transmissão viral de dengue.

5.2 Características das Áreas Infestadas pelo *Aedes albopictus*

Em áreas da Ásia e da América o *Ae. albopictus* mostra uma tendência superior ao *Ae. aegypti* para utilizar recipientes naturais. Foi observado um alto grau de associação entre *Ae. albopictus* e sua preferência por criadouro natural (Hawley, 1988; Estrada-Franco e Craig Jr, 1995). Situação se repete tanto nos EUA como Brasil onde se observou a tendência do *Ae. albopictus* por viver em recipientes naturais de áreas com vegetação abundante (Gomes *et al.*, 1992).

Em estudo realizado com bromélias, Marques e Forattini (2005) mostram que houve variação no número dessas plantas com presença de *Ae. albopictus* de acordo com o tipo de ambiente. Foi observada uma diminuição da presença dessa espécie em bromélias, à medida que as coletas deslocaram-se do ambiente urbano para o de mata (Marques e Forattini, 2005).

Lourenço-de-Oliveira *et al.* (2004) mostraram que, no Rio de Janeiro, *Ae. albopictus* pode ser encontrado desde os arredores das casas até 1.000m em mata secundária adjacente (Lourenço-De-Oliveira *et al.*, 2004). O inseto não é completamente urbanizado, pois ainda usa de criadouros naturais para ovipor, no entanto, seus criadouros principais se encontram próximo às residências das cidades, o que caracterizou as áreas pesquisadas.

A alteração antrópica no ambiente e o grau de cobertura vegetal parecem influenciar de maneiras opostas na distribuição e na frequência de *Ae. albopictus*, resultando em índices de infestação mais elevados em áreas suburbanas (Hawley, 1988; Consoli e Lourenço, 1994; Braks *et al.*, 2003; Lourenço-De-Oliveira *et al.*, 2004).

Para os criadouros inspecionados na cidade de São José do Rio Preto, em São Paulo, o *Ae. albopictus* apresentou leve tendência a realizar suas posturas nos depósitos localizados no peridomicílio. Tal aspecto de comportamento deveu-se, provavelmente, à característica semidoméstica peculiar desta espécie (Chiaravalloti

et al., 1996). Fato semelhante pode ser verificado nos bairros inspecionados na cidade do Rio de Janeiro (Lima-Camara *et al.*, 2006).

Desta forma evidencia-se que o *Ae. albopictus* é uma espécie que predomina em áreas com cobertura vegetal, colonizando vários tipos de recipientes naturais e artificiais (O'meara *et al.*, 1995; Natal *et al.*, 1997; Marques e Forattini, 2005). O alto grau de associação aos recipientes naturais está relacionado à sua preferência por este tipo de criadouro (Chiaravalloti-Neto *et al.*, 2002), fato que tornou possível o seu encontro em locais afastados da habitação humana (Estrada-Franco e Craig Jr, 1995).

As áreas selecionadas se encontram completamente inseridas no ambiente urbano e este fato concorda ao encontrado em outros estudos, já que todas elas apresentam grande concentração de árvores e coleções hídricas em suas adjacências promovendo um ambiente propício para a elevada infestação.

5.3 Ocupação do Criadouro Natural pelo *Aedes albopictus*

O *Ae. albopictus* tem uma grande valência ecológica e uma habilidade para sobreviver em variadas condições ambientais (Miller e Ballinger, 1988; Hawley *et al.*, 1989; Forattini *et al.*, 1997), tendo, assim, menor nível de domiciliação quando comparado ao *Ae. aegypti*. O domicílio parece não ter muita importância, pois esta espécie procura predominantemente abrigos e criadouros situados preferencialmente em locais externos, protegidos e sombreados (Gomes *et al.*, 2005).

Considerando a ausência anterior da espécie em estudo nas quatro áreas pesquisadas (Martins *et al.*, 2006) e a presença tímida de larvas de *Ae. aegypti*, pode-se supor que houve uma substituição da colonização destes criadouros pelo *Ae. albopictus*. Forattini *et al.* (1998) relatam que dependendo da capacidade competitiva, a população de um vetor emergente poderá ter acesso ao nicho ecológico que antes se mostrava ocupado por outra espécie (Forattini *et al.*, 1998). Outra explicação seria sua característica eminentemente silvestre, aliado à sua afinidade para utilizar recursos alimentares naturais disponíveis em plantas (Barrera, 1996; Gomes *et al.*, 1999).

A provável ausência de infestação anterior destes criadouros pelo *Ae. aegypti* e a facilidade de adaptação ao *Ae. albopictus* aos criadouros naturais pode ter se mostrado como uma porta aberta para este vetor, que rapidamente os colonizou. A tabela 7 mostra como a infestação pelo *Ae. albopictus* foi muito superior às outras espécies encontradas.

Na região do Vale do Paraíba, a infestação de *Ae. albopictus* apresentou uma relação direta com ambientes urbanos, pois a comunidade de insetos *Culicidae* de ocos de árvore foi quase que totalmente eliminada. Dando abertura para a ocupação de nichos ecológicos naturais (Gomes *et al.*, 1992).

Essa espécie se mostrou quase sempre como um habitante solitário dos criadouros naturais das áreas pesquisadas. Fato semelhante aconteceu no estado de São Paulo, região do Vale do Paraíba, o que, em parte, parece justificar a rápida disseminação do *Ae. albopictus* (Buralli *et al.*, 1991). Este vetor tem sido encontrado na cidade de Fortaleza, mesmo que em pequena infestação, em mais da metade dos bairros.

5.4 Características dos criadouros naturais infestados pelo *Aedes albopictus*

Os ecótopos naturais, como buracos e bifurcações de árvore, internódios de bambu e outros artificiais foram utilizados como locais de oviposição pelo *Ae. albopictus*, neste estudo. Esta espécie demonstra maior habilidade em utilizar o criadouro natural com maior frequência quando comparado ao *Ae. aegypti* que os utiliza de forma ocasional (Estrada-Franco e Craig Jr, 1995; Chadee *et al.*, 1998).

Em São José do Rio Preto o *Ae. albopictus* ocupa os mais diversos recipientes, entretanto houve um maior grau de associação com os criadouros naturais e aqueles de materiais descartáveis como latas, frascos, copos, e outros tipos de recipientes inservíveis (Chiaravalloti-Neto *et al.*, 2002). Nessa cidade os recipientes naturais e os descartáveis se localizavam principalmente em áreas mais afastadas e o comportamento semidoméstico do *Ae. albopictus* o levou a ocupá-los com maior frequência (Chiaravalloti-Neto *et al.*, 2002).

O presente estudo confirma a diversidade de criadouros utilizados pelo *Ae. albopictus* para oviposição. Não houve a determinação de um criadouro específico e prevalente para este vetor, já que todas as variáveis estudadas não apresentaram diferença significativa para sua infestação.

No Vale do Paraíba os habitats se mostraram pequenos, pouco freqüentes, e, em sua maioria, recebendo insolação direta. Houve predomínio do tipo aberto, formado pela bifurcação do caule e com possibilidade de acumular folhas mortas (Gomes *et al.*, 1992). Da mesma forma, o encontrado neste estudo relaciona que a exposição ao sol foi muito freqüente, já que todos os criadouros se encontravam descobertos e uma maior quantidade de criadouros naturais com o diâmetro da abertura maior que o corpo.

Em 90 ocos de árvores catalogados e investigados por Gomes *et al.* (1992) a variabilidade de volume e tipo se mostrou muito heterogênea (Gomes *et al.*, 1992). Da mesma forma, em bromélias observadas em Ilhabela, São Paulo, os volumes dos criadouros, com presença de culicídeos, variaram de 15 a 9.000ml nos vários ambientes estudados (Marques e Forattini, 2005).

A espécie foi capaz de colonizar criadouros de todos os volumes, desde que contivessem água. Valores mínimos como 5 ml ainda abrigaram formas imaturas, provavelmente devido às ações de controle que tiveram como direcionamento os criadouros naturais de maior volume, forçando o *Ae. albopictus* a buscar alternativas para oviposição.

Na região de Mata Atlântica do estado do Paraná, foram inspecionados entrenós de bambus cortados contendo água, e maior freqüência de larvas foi observada nos entrenós com volume de água entre 151 e 200 ml, enquanto que os negativos armazenavam menor volume de água. O volume de água dos bambus positivos variou de 30 a 260 ml e *Ae. albopictus* ocupou 55,5% deles (Silva *et al.*, 2004).

Formas imaturas de *Ae. albopictus* foram encontradas em diversos tipos de árvores, independente da forma ou tipo de criadouro encontrado (Tabela 4). Isto condiz com sua característica eclética de oportunismo com relação ao tipo de árvore

onde está o criadouro. Os achados de Gomes *et al.*(1992) foram semelhantes, foram encontrados criadouros de *Ae. albopictus* em diversos tipos de árvores dos gêneros: *Delonix* (flambuaiã), *Persea* (abacateiro), *Tibouchina* (quaresmeira), *Bauhinia* (mão de vaca), *Cassia* (Cigarreira), *Clitoria* e *Stillingia* (Gomes *et al.*, 1992).

Ae. albopictus colonizou criadouros encontrados em ocos de árvores, no entanto esteve presente em vários criadouros artificiais encontrados nas quatro áreas pesquisadas, fato que pode ser comprovado em outros estudos na literatura na região do Vale do Paraíba e em Ilhabela, litoral do estado de São Paulo (Gomes *et al.*, 1992; Marques e Forattini, 2005)

As larvas desta espécie são vistas explorando diversos tipos de habitats, sejam eles naturais ou artificiais, com principal presença naqueles recipientes deixados em ambientes de floresta ou rural e principalmente no ambiente antrópico (Hawley, 1988; Consoli e Lourenço, 1994; De Albuquerque *et al.*, 2000; Silva, 2002).

Em contraponto, em Cuba, dentre o total de depósitos positivos para o *Ae. albopictus*, destacou-se a positividade dos depósitos artificiais, seguidos por criadouros em árvores e plantas. Dentre os depósitos artificiais houve maior ênfase para a positividade de vários recipientes como latas, que contribuiu como a maior fonte de larvas, e em seguida vários pequenos depósitos. Dentre os depósitos permanentes, os tanques baixos foram os mais positivos seguidos das tinas (Marquetti *et al.*, 2000).

5.5 Produtividade de Criadouros Infestados pelo *Aedes albopictus*

Diversos estudos do final da década de 1970 e início da década de 1980 consideraram que a colonização de ocos de árvores com grandes volumes comparados com volumes pequenos, não estão necessariamente relacionados com o número de larvas que eclodem no criadouro. Foi identificado que a produtividade de alguns ocos correspondeu a mais da metade da produção de pupa de *Aedes triseriatus*. Observou-se também que a quantidade de insetos adultos de *Aedes geniculatus* foi obtida em criadouros com grande volume de água. Outro estudo verificou ainda que a cepa silvestre de *Ae. aegypti* da África é favorecida por ocos de

grande volume e que ovos de *Ae. albopictus* eclodem concomitantemente após chuva e, algumas vezes, aproximadamente 600 larvas foram identificadas em criadouros de apenas 500 ml (Mori, 1979; Yates, 1979; Lounibos *et al.*, 2002; Sinsko e Craig Jr, 2008).

Criadouros maiores tiveram um número maior de formas imaturas, entretanto quando se relaciona com a produtividade por litro de água, os criadouros de maior volume perdem um pouco sua importância. Os criadouros de menor volume apresentaram uma produção de larvas significativamente superior. Em outros estudos, destacados adiante, o volume do criadouro artificial não parece ser fator determinante para a infestação do *Ae. albopictus*, pois vários deles mostraram controvérsias neste ponto.

Gomes *et al.* (1998) verificaram que apenas 17,7% dos ovos que tinham volumes maiores que 600 ml e volume máximo de 5.455 ml foram assinalados com larvas e pupas de *Ae. albopictus* (Gomes *et al.*, 1992).

Forattini *et al.* (1997) relataram que recipientes artificiais com volume médio superior a 39,5 litros foram, em média, os mais produtivos para larvas e pupas (Forattini *et al.*, 1997) e esses resultados discordam, em parte, dos encontrados na Flórida, onde a maior produção média de larvas de *Ae. albopictus* foi observada em recipientes artificiais com volume médio 1,8 litros (Schreiber *et al.*, 1988). De acordo com Brito *et al.* (2004) não houve diferença estatística na produção de larvas e pupas entre criadouros naturais até um litro e naqueles de um a 10 litros observados (Brito e Forattini, 2004).

5.6 Relação do *Aedes albopictus* com Outras Espécies

A distribuição de *Ae. albopictus* e a do *Ae. aegypti* podem se sobrepor dentro das cidades, contudo o *Ae. albopictus* é encontrado com maior frequência nas zonas suburbanas e rurais onde predominam espaços abertos de vegetação. Em geral se aceita que o *Ae. albopictus* foi originalmente uma espécie selvagem que procriava e alimentava-se nas margens das florestas, e que passou a adaptar-se ao meio doméstico em diversas áreas de sua distribuição geográfica (Lima-Camara *et al.*, 2006).

No estado do Rio de Janeiro, um estudo baseado em capturas com ovitrampas, mostrou que *Ae. albopictus* era a espécie mais abundante nos meios suburbanos. Estes habitats se caracterizam por serem zonas abertas com vegetação espessa rodeadas por edifícios. Ao contrário, nas áreas urbanizadas a espécie dominante era *Ae. aegypti* (Lima-Camara *et al.*, 2006).

Além do *Ae. albopictus* foram encontradas formas imaturas de culicídeos em alguns outros criadouros vistoriados, pertencentes às espécies: *Ae. aegypti*, *Culex spp.* e *Toxorhynchites spp.*, como mostra a Tabela 7. Gomes *et al.* (1992) observaram associações interespecíficas de *Ae. albopictus* com espécies autóctones na região do Vale do Paraíba. Esta espécie foi encontrada habitando com espécimes de *Aedes terreus* e *Culex quinquefasciatus* (Gomes *et al.*, 1992).

No entanto, em uma área urbana na Argentina, a identificação mútua de criadouros com *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* foi de 85%, contudo nessa área pesquisada a infestação por *Ae. albopictus* se encontrava muito baixa quando comparada com a infestação de *Ae. aegypti* no momento da realização do estudo (Schweigmann *et al.*, 2004), o que contradiz à situação encontrada neste estudo.

O *Ae. albopictus* foi na maioria das vezes o único inseto presente dos criadouros naturais das áreas pesquisadas, fato que corrobora com o encontrado no Vale do Paraíba onde houve positividade apenas desta espécie em até 74,5% dos criadouros pesquisados (Gomes *et al.*, 1992).

O *Ae. albopictus* parece não estar encontrando competidores autóctones e o processo para sua adaptação torna-se mais favorecido, ou pelas condições ecológicas referidas ou pela sua flexibilidade genética (Rai, 1986).

5.7 Principais Limitações do Estudo

A partir dos resultados encontrados neste estudo entende-se que é de grande pertinência relatar algumas limitações encontradas.

O tempo para a realização da pesquisa foi limitado, as atividades de campo poderiam ser realizadas com pelo menos uma terceira vistoria, que deveria

ser realizada no período chuvoso do ano seguinte. Tal verificação poderia levar a uma provável terceira infestação dos criadouros no início do período chuvoso, entretanto o tempo limite de finalização do mestrado impediu esta atividade;

Agregar novas áreas, aumentando o número de árvores pesquisadas. Novas informações sobre a biologia do vetor poderiam ter sido avaliadas, como o ciclo de maior atividade dentro das áreas estudadas, a relação com outras variáveis físico-químicas da água, dentre outras;

A verificação da dispersão do *Ae. albopictus* no entorno das áreas com alta concentração de árvores escolhidas seria um ponto fundamental para saber o alcance real deste vetor dentro da cidade, identificando seu comportamento e a possibilidade de haver um maior contato com humanos e transmissão de doenças. É interessante realizar estudos espaciais para caracterizar como ocorre a ocupação do ambiente doméstico pelo vetor;

Ademais, há necessidade de um estudo mais detalhado com relação à capacidade transmissora de viroses, entretanto as amostras de formas imaturas coletadas não puderam ser analisadas com relação à presença de vírus dengue ou outro vírus;

Pequeno número de pessoal treinado para realização das atividades de campo como coleta das amostras, identificação das amostras coletadas e realização das vistorias fez com que o tempo se tornasse pequeno, pois uma única pessoa ficou responsável para realizar todas as atividades;

A amostra de tamanho limitado pode ter influenciado na análise dos dados, e levando muitas vezes a ausência de significância nas análises, apesar disso, por ser um estudo de caráter exploratório mostrou sua importância na caracterização da infestação pelo *Ae. albopictus* em áreas com grande concentração de árvores.

6. CONCLUSÃO

O presente estudo revelou a potencialidade do criadouro natural encontrado em árvores, enquanto criadouro de *Ae. albopictus*. Esses criadouros oferecem condições adequadas para a manutenção de formas imaturas e conseqüente propagação dessa e de outras espécies de mosquito na área urbana de Fortaleza.

O *Ae. albopictus* se mostrou como o habitante principal nos criadouros naturais, e sua relação com o *Ae. aegypti* foi praticamente inexistente, havendo para isso duas possibilidades de explicação: ou os criadouros naturais se encontravam vagos, ou com a chegada do *Ae. albopictus* houve uma competição e expulsão do *Ae. aegypti* deste nicho ecológico.

A produção de larvas e ovos de *Ae. albopictus* em ambos os períodos se mostrou muito elevada não havendo influência das diversas variáveis estudadas no número de espécimes por criadouro.

Alerta-se para os riscos inerentes à presença de *Ae. albopictus*, um mosquito com elevada capacidade de adaptação ao ambiente e competência na veiculação de diversos arbovírus.

Assim sendo, recomenda-se que os programas de vigilância entomológica realizem um controle com maior atenção ao criadouro natural, já que ao ser realizada a vedação daqueles de maior volume o inseto busca alternativas. O risco representado por *Ae. albopictus* para a saúde pública na cidade de Fortaleza não deve ser subestimado, já que esta é uma cidade turística e pessoas ou animais podem chegar infectadas com arbovirose de todas as partes do mundo.

7. REFERÊNCIAS

- ARANDA, C., ERITJA, R. e ROIZ, D. First record and establishment of the mosquito *Aedes albopictus* in Spain. Med.Vet.Entomol., v.20, n.1, p.150-152. 2006.
- BARRERA, R. Competition and resistance to starvation in larvae of container-inhabiting *Aedes* mosquitoes. Ecological Entomology, v.21, p.117-127. 1996.
- BARRERA, R., NAVARRO, J. C., MORA, J. D., DOMINGUEZ, D. e GONZALEZ, J. Public service deficiencies and *Aedes aegypti* breeding sites in Venezuela. Bull.Pan Am.Health Organ, v.29, n.3, p.193-205. 1995.
- BELKIN, J. N. The mosquitoes of the South Pacific. Berkeley: University of California Press. 1 1962.
- BRAKS, M. A., HONORIO, N. A., LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, R., JULIANO, S. A. e LOUNIBOS, L. P. Convergent habitat segregation of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in southeastern Brazil and Florida. J Med.Entomol., v.40, n.6, p.785-794. 2003.
- BRITO, M. e FORATTINI, O. P. Produtividade de criadouros de *Aedes albopictus* no Vale do Paraíba, SP, Brasil. Rev.Saude Publica, v.38, n.2, p.209-215. 2004.
- BURALLI, G. M., MARQUES, G. R. A. M. e GEROLA JR, O. Distribuição geográfica de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* no Estado de São Paulo. Congresso da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical, 27^o. 1991.
- CALADO, D. C. e SILVA, M. A. Avaliação da influência da temperatura sobre o desenvolvimento de *Aedes albopictus* Rev.Saúde Pública, v.36, n.2, p.173-179. 2002.
- CALISHER, C., NUTI, M., LAZUICK, J., FERRARI, J. e KAPPUS, K. Dengue in the Seychelles. Bull World Health Organ, v.59, n.4, p.4. 1981.
- CANCRINI, G., REGALBONO, A. F. D., I.RICCI, C.TESSARIN, S.GABRIELLI e M.PIETROBELLI. *Aedes albopictus* is a natural vector of *Dirofilaria immitis* in Italy. Vet.Parasit., v.118, p.195-202. 2003.
- CANCRINI, G., ROMI, R., GABRIELLI, S., TOMA, L., DI, P. M. e SCARAMOZZINO, P. First finding of *Dirofilaria repens* in a natural population of *Aedes albopictus* Med.Vet.Entomol., v.17, n.4, p.448-451. 2003.
- CASTRO, M. G., NOGUEIRA, R. M., SCHATZMAYR, H. G., MIAGOSTOVICH, M. P. e LOURENCO-DE-OLIVEIRA, R. Dengue virus detection by using reverse transcription-polymerase chain reaction in saliva and progeny of experimentally infected *Aedes albopictus* from Brazil. Mem.Inst.Oswaldo Cruz, v.99, n.8, p.809-814. 2004.

CAVALCANTI, L. P. G., REGGAZI, A. C. F., SANTANA, E. W. P. S., RIBEIRO, Z., BEZERRA, H. S. S. e LIMA, J. W. O. Evaluation os the efficacy of four different types of food ration for larvae of *Aedes aegypti* reared in laboratory colonies. Rev.Soc.Bras.Med.Trop., v.34, n.Supl.1, p.1. 2001.

CDC - Center for Disease Control and Prevention. *Aedes albopictus* introduction in Texas. MMWR, v.35, p.141-142. 1986.

_____. Map: Distribution of *Aedes albopictus* in the United States, by County, 2000 2000.

CHADEE, D. D., WARD, R. A. e NOVAK, R. J. Natural habitats of *Aedes aegypti* in the Caribbean - a review. J.Am.Mosq.Control Assoc., v.14, n.1, 03, p.5-11. 1998.

CHAMBERS, G. M. e KLOWDEN, M. J. Nutritional reserves of autogenous and anautogenous selected strains of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae). J.Med.Entomol., v.31, n.4, 07, p.554-560. 1994.

CHIARAVALLOTI-NETO, F., DIBO, M. R., BARBOSA, A. A. e BATTIGAGLIA, M. *Aedes albopictus* (S) na região de São José do Rio Preto, SP: estudo da sua infestação em área já ocupada pelo *Aedes aegypti* e discussão de seu papel como possível vetor de dengue e febre amarela. Rev.Soc.Bras.Med.Trop., v.35, n.4, p.351-357. 2002.

CHIARAVALLOTI, N. F., DA COSTA, A. I., SOARES, M. R., SCANDAR, S. A. e CARDOSO JUNIOR, R. P. Descrição da colonização de *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) na Região de São José do Rio Preto, SP, 1991-1994. Rev.Soc.Bras.Med.Trop., v.29, n.6, p.543-548. 1996.

CONSOLI, R. A. G. B. e LOURENÇO, R. O. Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil. Rio de Janeiro: Fiocruz 1994

ECDC - European Centre for Disease Prevention and Control. Mission report: Chikungunya in Italy.

CORDEL, H., QUATRESOUS, I., PAQUET, C. e COUTURIER, E. Imported cases of chikungunya in metropolitan France, April 2005 - February 2006. Euro.Surveill, v.11, n.4, p.E060420. 2006.

CULLY, J. F., JR., STREIT, T. G. e HEARD, P. B. Transmission of La Crosse virus by four strains of *Aedes albopictus* to and from the eastern chipmunk (*Tamias striatus*). J Am.Mosq.Control Assoc., v.8, n.3, p.237-240. 1992.

DE ALBUQUERQUE, C. M., MELO-SANTOS, M. A., BEZERRA, M. A., BARBOSA, R. M., SILVA, D. F. e DA SILVA, E. Primeiro registro de *Aedes albopictus* em área da Mata Atlântica, Recife, PE, Brasil. Rev.Saude Publica, v.34, n.3, p.314-315. 2000.

DE ALMEIDA, P. S., FERREIRA, A. D., PEREIRA, V. L., FERNANDES, M. G. e FERNANDES, W. D. Distribuição espacial de *Aedes albopictus* na região sul do Estado de Mato Grosso do Sul. Rev Saude Publica, v.40, n.6, p.1094-1100. 2006.

ECDC. Consultation on Chikungunya risk assessment for Europe. Estocolmo, p.1-12. 2006

EDGERLY, J. S., WILLEY, M. S. e LIVDAHL, T. The community ecology of *Aedes* egg hatching: implications for a mosquito invasion. Ecol.Entomol., v.18, p.123-128. 1993.

_____. Intraguild predation among larval treehole mosquitoes, *Aedes albopictus*, *Ae. aegypti*, and *Ae. triseriatus* (Diptera: Culicidae), in laboratory microcosms. J Med.Entomol., v.36, n.3, p.394-399. 1999.

ELLIOT, S. A. *Aedes albopictus* in the Solomon and Santa Cruz Islands, South Pacific. Trop.Med.Hyg, v.74, n.6, p.747-748. 1980.

ESTRADA-FRANCO, J. G. e CRAIG JR, G. B. Biology, disease relationships, and control of *Aedes albopictus* Pan American Health Organization, n.Tech. paper nº42 1995.

FOCKS, D. A., LINDA, S. B., CRAIG, G. B., JR., HAWLEY, W. A. e PUMPUNI, C. B. *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae): a statistical model of the role of temperature, photoperiod, and geography in the induction of egg diapause. J Med.Entomol., v.31, n.2, p.278-286. 1994.

FORATTINI, O. P. Identification of *Aedes* (*Stegomyia*) *albopictus* (Skuse) in Brazil. Rev.Saude Publica, v.20, n.3, p.244-245. 1986.

_____. Culicidologia Médica: identificação, biologia, epidemiologia: Editora da Universidade de São Paulo. 2002

FORATTINI, O. P., KAKITANI, I., SALLUM, M. A. e DE REZENDE, L. Produtividade de criadouro de *Aedes albopictus* em ambiente urbano. Rev.Saude Publica, v.31, n.6, p.545-555. 1997.

FORATTINI, O. P., MARQUES, G. R., KAKITANI, I., DE BRITO, M. e SALLUM, M. A. Significado epidemiológico dos criadouros de *Aedes albopictus* em bromélias. Rev.Saude Publica, v.32, n.2, p.186-188. 1998.

FUNCEME - Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. Série Histórica de Dados Pluviométricos da Cidade de Fortaleza. Fortaleza. 2008 2008.

GLASSER, C. M. e GOMES AD, A. C. Clima e sobreposição da distribuição de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* na infestação do Estado de São Paulo. Rev.Saude Publica, v.36, n.2, p.166-172. 2002.

GOMES, A. C., BITENCOURT, M. D., NATAL, D., PINTO, P. L., MUCCI, L. F., DE PAULA, M. B., URBINATTI, P. R. e BARATA, J. M. *Aedes albopictus* em área rural do Brasil e implicações na transmissão de febre amarela silvestre. Rev.Saude Publica, v.33, n.1, 02, p.95-97. 1999.

GOMES, A. C., DE SOUZA, J. M., BERGAMASCHI, D. P., DOS SANTOS, J. L., ANDRADE, V. R., LEITE, O. F., RANGEL, O., DE SOUZA, S. S., GUIMARAES, N. S. e DE LIMA, V. L. Atividade antropofílica de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* em área sob controle e vigilância. Rev.Saude Publica, v.39, n.2, p.206-210. 2005.

GOMES, A. C., FORATTINI, O. P., KAKITANI, I., MARQUES, G. R., MARQUES, C. C., MARUCCI, D. e DE BRITO, M. Microhabitats de *Aedes albopictus* (Skuse) na região do Vale do Paraíba, Estado de São Paulo, Brasil. Rev.Saude Publica, v.26, n.2, p.108-118. 1992.

GOMES, A. C. e MARQUES, G. Encontro de criadouro natural de *Aedes* (Stegomyia) *albopictus* (Skuse), estado de São Paulo, Brasil. Revista de Saúde Pública, v.22, n.3, p.245. 1988.

GRATZ, N. G. Critical review of the vector status of *Aedes albopictus*. Med.Vet.Entomol., v.18, n.3, p.215-227. 2004.

GRIMSTAD, P. R., KOBAYASHI, J. F., ZHANG, M. B. e CRAIG, G. B., JR. Recently introduced *Aedes albopictus* in the United States: potential vector of La Crosse virus (Bunyaviridae: California serogroup). J Am.Mosq.Control Assoc., v.5, n.3, p.422-427. 1989.

GUBLER, D. J. Competitive displacement of *Aedes* (Stegomyia) *Polynesiensis* Marks by *Aedes* (Stegomyia) *albopictus* Skuse in laboratory populations. J.Med.Entomol., v.7, n.2, p.229-235. 1970.

_____. Dengue and dengue hemorrhagic fever. Clin.Microbiol.Rev., v.11, n.3, p.480-496. 1998.

GUBLER, D. J. e ROSEN, L. Variation among geographic strains of *Aedes albopictus* in susceptibility to infection with dengue viruses. Am.J Trop.Med.Hyg., v.25, n.2, p.318-325. 1976.

HACKER, C. S. e LANSLOWNE, C. The effect of fluctuating temperatura and humidity on the adult life table characteristics of five strains of *Aedes aegypti*. . J Med Ent, v.11 n.6, p.723-733. 1975.

HANSON, S. M. e CRAIG, G. B., JR. Cold acclimation, diapause, and geographic origin affect cold hardiness in eggs of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae). J Med.Entomol., v.31, n.2, p.192-201. 1994.

_____. Relationship between cold hardiness and supercooling point in *Aedes albopictus* eggs. J Am.Mosq.Control Assoc., v.11, n.1, p.35-38. 1995.

HANSON, S. M., LAMPMAN, R. L., NOVAK, R. J. e PURSEGLOVE, P. M. *Aedes albopictus* and *Ae. triseriatus* eggs survive waste tire processing. J Am.Mosq.Control Assoc, v.12, n.4, p.728-729. 1996.

HANSON, S. M., MUTEBI, J. P., CRAIG, G. B., JR. e NOVAK, R. J. Reducing the overwintering ability of *Aedes albopictus* by male release. J Am.Mosq.Control Assoc., v.9, n.1, p.78-83. 1993.

HAWLEY, W. A. The biology of *Aedes albopictus* J.Am.Mosq.Control Assoc.Suppl, v.1, p.1-39. 1988.

HAWLEY, W. A., PUMPUNI, C. B., BRADY, R. H. e CRAIG, G. B., JR. Overwintering survival of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) eggs in Indiana. J Med.Entomol., v.26, n.2, p.122-129. 1989.

HAWLEY, W. A., REITER, P., COPELAND, R. S., PUMPUNI, C. B. e CRAIG, G. B., JR. *Aedes albopictus* in North America: probable introduction in used tires from northern Asia. Science, v.236, n.4805, p.1114-1116. 1987.

HIEN, D. S. Biology of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Skuse, 1895). effect of certain environmental conditions on the development of larvae and pupae. Acta Parasitol., v.23, p.533-568. 1975.

HO, B. C., CHAN, K. L. e CHAN, Y. C. *Aedes aegypti* (L.) and *Aedes albopictus* (Skuse) in Singapore City. 3. Population fluctuations. Bull.World Health Organ, v.44, n.5, p.635-641. 1971.

HO, B. C., CHAN, Y. C. e CHAN, K. L. Field and laboratory observations on landing and biting periodicities of *Aedes albopictus* (Skuse). Southeast Asian J.Trop.Med.Public Health, v.4, n.2, p.238-244. 1973.

HO, B. C., EWERT, A. e CHEW, L. M. Interspecific competition among *Aedes aegypti*, *Ae. albopictus*, and *Ae. triseriatus* (Diptera: Culicidae): larval development in mixed cultures. J Med.Entomol., v.26, n.6, p.615-623. 1989.

HOBBS, J. H., HUGHES, E. A. e EICHHOLD, B. H. Replacement of *Aedes aegypti* by *Aedes albopictus* in Mobile, Alabama. J.Am.Mosq.Control Assoc., v.7, n.3, p.488-489. 1991.

HOLICK, J., KYLE, A., FERRARO, W., DELANEY, R. R. e IWASECZKO, M. Discovery of *Aedes albopictus* infected with west nile virus in southeastern Pennsylvania. J Am.Mosq.Control Assoc., v.18, n.2, p.131. 2002.

HOLMES, E. C. e TWIDDY, S. S. The origin, emergence and evolutionary genetics of dengue virus. Infect.Genet.Evol., v.3, n.1, p.19-28. 2003.

HONG, H. K., SHIM, J. C., SHIN, H. K. e YOUNG, H. Y. Hibernation studies of forest mosquitoes in Korea, 1971. Korean J.Entomol, v.1, p.13-16. 1971.

HONORIO, N. A. e LOURENCO-DE-OLIVEIRA, R. Frequência de larvas e pupas de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* em armadilhas, Brasil. Rev.Saude Publica, v.35, n.4, p.385-391. 2001.

HONÓRIO, N. A., SILVA, W. C., LEITE, P. J., GONÇALVES, J. M., LOUNIBUS, L. P. e LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, R. Dispersal of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in an urban endemic dengue area in the State of Rio de Janeiro, Brazil. Mem Inst OswaldoCruz, v.98, p.91-98. 2003.

HUANG, Y. M. Contributions of the American Entomological Institute. Gainesville. 1990 (The Subgenus *Stegomyia* of *Aedes* in the Afrotropical Region - The Africanus Group of Species (Diptera: Culicidae))

IBAÑEZ-BERNAL, S., BRICEÑO, B., MUTEBI, S. P., ARGOT, E., RODRÍGUEZ, G., MARTÍNEZ-CAMPOS, C., PAZ, R., FUENTE-SAN ROM N, P., TAPIA-CONYER, R. e FLISSER, A. First record in America of *Aedes albopictus* naturally infected with dengue virus during the 1995 outbreak at Reynosa, Mexico . . Med Vet Entomol, v.11 p.305-309. 1997.

IMAI, C. e MAEDA, O. Several factors effecting on hatching on *Aedes albopictus* eggs. J.Sanit.Zool., v.27, p.363-372. 1976.

JOHNSON, B. W., CHAMBERS, T. V., CRABTREE, M. B., FILIPPIS, A. M., VILARINHOS, P. T., RESENDE, M. C., MACORIS, M. L. e MILLER, B. R. Vector competence of Brazilian *Aedes aegypti* and *Ae. albopictus* for a Brazilian yellow fever virus isolate. Trans.R.Soc.Trop.Med.Hyg., v.96, n.6, p.611-613. 2002.

KAY, B. H., IVES, W. A., WHELAN, P. I., BARKER-HUDSON, P., FANNING, I. D. e MARKS, E. N. Is *Aedes albopictus* in Australia? Med.J Aust., v.153, n.1, p.31-34. 1990.

KLOBUCAR, A., MERDIC, E., BENIC, N., BAKLAIC, Z. e KRCMAR, S. First record of *Aedes albopictus* in Croatia. J Am.Mosq.Control Assoc., v.22, n.1, p.147-148. 2006.

KNUDSEN, A. B. Global distribution and continuing spread of *Aedes albopictus* Parassitologia, v.37, n.2-3, p.91-97. 1995.

KNUDSEN, A. B., ROMI, R. e MAJORI, G. Occurrence and spread in Italy of *Aedes albopictus* , with implications for its introduction into other parts of Europe. J Am.Mosq.Control Assoc., v.12, n.2 Pt 1, p.177-183. 1996.

KOBAYASHI, M., NIHEI, N. e KURIHARA, T. Analysis of northern distribution of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in Japan by geographical information system. J Med.Entomol., v.39, n.1, p.4-11. 2002.

KUTZ, F. W., WADE, T. G. e PAGAC, B. B. A geospatial study of the potential of two exotic species of mosquitoes to impact the epidemiology of West Nile virus in Maryland. J Am.Mosq.Control Assoc., v.19, n.3, p.190-198. 2003.

LAMPMAN, R. L. e NOVAK, R. J. Attraction of *Aedes albopictus* adults in sod infusion. J Am.Mosq.Control Assoc., v.12, n.1, p.119-124. 1996.

LIEN, J. C. e LIN, Y. N. [The pathogens of Taiwan mosquitoes--Coelomomyces species]. Gaoxiong.Yi.Xue.Ke.Xue.Za Zhi., v.6, n.7, p.350-359. 1990.

LIMA-CAMARA, T. N., HONORIO, N. A. e LOURENCO-DE-OLIVEIRA, R. Freqüência e distribuição espacial de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* (Diptera, Culicidae) no Rio de Janeiro, Brasil. Cad.Saude Publica, v.22, n.10, p.2079-2084. 2006.

LIMA, J. W. O., CARNEIRO, E. W. B. e PONTES, R. J. S. Infestação de diferentes tipos de depósitos pelo *Aedes aegypti* em bairros de Fortaleza. Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical, v.33 n.Supl 1, p.416. 2000.

LIMA, J. W. O., REGGAZI, A. C. F., RIBEIRO, Z. M., ARAËJO, J. M. P., TEIXEIRA, A. R., SOUZA, J. C. e BEZERRA, H. S. S. Avaliação da infestação de criadouros naturais em árvores em uma área do bairro Aldeota, Fortaleza - Ce, por formas imaturas do *Aedes aegypti* Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical, v.33, n.supl 1 p.403. 2000.

LIVINGSTONE, D. e KRISHNAMOORHY, K. Studies on the activity patterns of the larvae and adults of *Aedes albopictus* (Skuse) and *Aedes vittatus* (Bigot) of the scrub jungles of Palghat-Gap, India. J.Bombay Nat.Hist.Soc., v.82, p.30-37. 1982.

LOUNIBOS, L. P., SUAREZ, S., MENENDEZ, Z., NISHIMURA, N., ESCHER, R. L., O'CONNELL, S. M. e REY, J. R. Does temperature affect the outcome of larval competition between *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*? J Vector.Ecol, v.27, n.1, p.86-95. 2002.

LOURENCO-DE-OLIVEIRA, R., CASTRO, M. G., BRAKS, M. A. e LOUNIBOS, L. P. The invasion of urban forest by dengue vectors in Rio de Janeiro. J Vector.Ecol, v.29, n.1, p.94-100. 2004.

LOURENCO DE, O. R., VAZEILLE, M., DE FILIPPIS, A. M. e FAILLOUX, A. B. 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., v.69, n.1, p.105-114. 2003.

MACDONALD, G. The analysis of equilibrium in Malaria. Tropical Disease Bulletin, v.49 p.813-828. 1952.

MARQUES, G. R. e FORATTINI, O. P. *Aedes albopictus* em bromélias de solo em Ilhabela, litoral do Estado de São Paulo. Rev.Saude Publica, v.39, n.4, p.548-552. 2005.

MARQUES, G. R. e GOMES, A. C. Comportamento antropofílico de *Aedes albopictus* (Skuse) (Diptera: Culicidae) na região do Vale do Paraíba, Sudeste do Brasil. Rev.Saude Publica, v.31, n.2, p.125-130. 1997.

MARQUETTI, M. C., VALDES, V. e AGUILERA, L. Tipificación de hábitats de *Aedes albopictus* en Cuba y su asociación con otras especies de culícidos, 1995-1998. Rev.Cubana Med Trop., v.52, n.3, p.170-174. 2000.

MARTEN, G. G. Elimination of *Aedes albopictus* from tire piles by introducing *Macrocyclus albidus* (Copepoda, Cyclopidae). J Am.Mosq.Control Assoc., v.6, n.4, p.689-693. 1990.

MARTINS, V. E., MARTINS, M. G., DE ARAUJO, J. M., SILVA, L. O., MONTEIRO, H. A., CASTRO, F. C., VASCONCELOS, P. F. e GUEDES, M. I. Primeiro registro de *Aedes* (*Stegomyia*) *albopictus* no Estado do Ceará, Brasil. Rev Saude Publica, v.40, n.4, p.737-739. 2006.

MEDLOCK, J. M., AVENELL, D., BARRASS, I. e LEACH, S. Analysis of the potential for survival and seasonal activity of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in the United Kingdom. J Vector.Ecol, v.31, n.2, p.292-304. 2006.

METSELAAR, D., GRAINGER, C. R., OEI, K. G., REYNOLDS, D. G., PUDNEY, M., LEAKE, C. J., TUKEI, P. M., D'OFFAY, R. M. e SIMPSON, D. I. An outbreak of type 2 dengue fever in the Seychelles, probably transmitted by *Aedes albopictus* (Skuse). Bull.World Health Organ, v.58, n.6, p.937-943. 1980.

MILANEZ, D. C., JR., BARBAS, C. S., FILOMENO, L. T., FERNANDEZ, A., MINAMOTO, H., FILHO, J. V. e JATENE, F. B. Human pulmonary dirofilariasis: analysis of 24 cases from Sao Paulo, Brazil. Chest, v.112, n.3, 09, p.729-733. 1997.

MILLER, B. R. e BALLINGER, M. E. *Aedes albopictus* mosquitoes introduced into Brazil: vector competence for yellow fever and dengue viruses. Trans.R.Soc.Trop.Med.Hyg., v.82, n.3, p.476-477. 1988.

MITCHELL, C. J. Geographic spread of *Aedes albopictus* and potential for involvement in arbovirus cycles in the Mediterranean basin. J Vec Ecol, v.20, n.1, p.44-58. 1995a.

_____. The role of *Aedes albopictus* as an arbovirus vector. Parassitologia, v.37, n.2-3, p.109-113. 1995b.

MONCAYO, A. C., FERNANDEZ, Z., ORTIZ, D., DIALLO, M., SALL, A., HARTMAN, S., DAVIS, C. T., COFFEY, L., MATHIOT, C. C., TESH, R. B. e WEAVER, S. C. Dengue emergence and adaptation to peridomestic mosquitoes. Emerg.Infect.Dis., v.10, n.10, p.1790-1796. 2004.

MOORE, C. G., FRANCY, D. B., ELIASON, D. A. e MONATH, T. P. *Aedes albopictus* in the United States: rapid spread of a potential disease vector. J.Am.Mosq.Control Assoc., v.4, n.3, p.356-361. 1988.

MOORE, C. G. e MITCHELL, C. J. *Aedes albopictus* in the United States: ten-year presence and public health implications. Emerg.Infect.Dis., v.3, n.3, p.329-334. 1997.

MORI, A. Effects of larval density and nutrition on some attributes of immature and adult *Aedes albopictus*. Trop.Med., v.21, p.85-103. 1979.

MORI, A., ODA, T. e WADA, Y. Studies on the egg diapause and overwintering of *Aedes albopictus* in Nagasaki. Trop.Med., v.23, p.79-90. 1981.

MORI, A. e WADA, Y. The gonotrophic cycle of *Aedes albopictus* in the field. Trop.Med., v.19, n.3-4, p.141-146. 1977.

MUIR, L. E. e KAY, B. H. *Aedes aegypti* survival and dispersal estimated by mark-release-recapture in northern Australia. Am.J.Trop.Med.Hyg., v.58, n.3, p.277-282. 1998.

NAWROCKI, S. J. e HAWLEY, W. A. Estimation of the northern limits of distribution of *Aedes albopictus* in North America. J Am.Mosq.Control Assoc., v.3, n.2, p.314-317. 1987.

NOVAK, M. G., HIGLEY, L. G., CHRISTIANSEN, C. A. e ROWLEY, W. A. Evaluating larval competition between *Aedes albopictus* and *A. triseriatus* (Diptera: Culicidae) through replacement series experiments. Environmental Entomology, v.22, p.311-318. 1993.

PAHO - Pan American Health Organization. *Aedes albopictus* in the Americas; 99 th meeting. Executive Committee of the Directing Council, v.CE99, n.15. 1987.

PANT, C. P., JATANASEN, S. e YASUNO, M. Prevalence of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* and observations on the ecology of dengue haemorrhagic fever in several areas of Thailand. Southeast Asian J Trop.Med.Public Health, v.4, n.1, p.113-121. 1973.

PASSOS, R. A., MARQUES, G. R., VOLTOLINI, J. C. e CONDINO, M. L. Dominância de *Aedes aegypti* sobre *Aedes albopictus* no litoral sudeste do Brasil. Rev.Saude Publica, v.37, n.6, p.729-734. 2003.

PONCE, G., FLORES, A. E., BADI, M. H., FERNANDEZ, I. e RODRIGUEZ, M. L. Bionomia de *Aedes albopictus* (Skuse). Revista Salud Pública y Nutrición, v.5, n.2. 2004.

RAI, K. S. Genetics of *Aedes albopictus*. J Am.Mosq.Control Assoc., v.2, n.4, p.429-436. 1986.

_____. *Aedes albopictus* in the Americas. Annu.Rev.Entomol., v.36 p.459-484. 1991.

RIVM. Onderzoek Aziatische Tijermug 2006.

ROMI, R. History and updating on the spread of *Aedes albopictus* in Italy. Parassitologia, v.37, n.2-3, p.99-103. 1995.

ROSEN, L., ROZEBOOM, L. E., SWEET, B. H. e SABIN, A. B. The transmission of dengue by *Aedes polynesiensis* Marks. Am.J.Trop.Med.Hyg., v.3, n.5, 09, p.878-882. 1954.

RUDNICK, A. e HAMMON, W. M. Newly recognized *Aedes aegypti* problems in Manila and Bangkok. Mosq News, v.20, p.247-249. 1960.

- SANTOS, R. C. Atualização da distribuição de *Aedes albopictus* no Brasil (1997-2002). Rev.Saúde Pública, v.37 n.5, p.671-673. 2003.
- SAVAGE, H. M., NIEBYLSKI, M. L., SMITH, G. C., MITCHELL, C. J. e CRAIG, G. B., JR. Host-feeding patterns of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) at a temperate North American site. J.Med.Entomol., v.30, n.1, p.27-34. 1993.
- SCHAFFNER, F., VAN, B. W. e COOSEMANS, M. First record of *Aedes* (*Stegomyia*) *albopictus* in Belgium. J Am.Mosq.Control Assoc., v.20, n.2, p.201-203. 2004.
- SCHREIBER, E. T., MEEK, C. L. e YATES, M. M. Vertical distribution and species coexistence of tree hole mosquitoes in Louisiana. J.Am.Mosq.Control Assoc., v.4, n.1, 03, p.9-14. 1988.
- SCHWEIGMANN, N., VEZZANI, D., ORELLANO, P., KURUC, J. e BOFFI, R. *Aedes albopictus* in an area of Misiones, Argentina. Rev.Saude Publica, v.38, n.1, p.136-138. 2004.
- SEGURA, M. N., MONTEIRO, H. A., LOPES, E. S., DA SILVA, O. V., CASTRO, F. C. e VASCONCELOS, P. F. Encontro de *Aedes albopictus* no Estado do Pará, Brasil. Rev.Saúde Pública, v.37, n.3, p.388-389. 2003.
- SERUFO, J. C., DE OCA, H. M., TAVARES, V. A., SOUZA, A. M., ROSA, R. V., JAMAL, M. C., LEMOS, J. R., OLIVEIRA, M. A., NOGUEIRA, R. M. e SCHATZMAYR, H. G. Isolation of dengue virus type 1 from larvae of *Aedes albopictus* in Campos Altos city, State of Minas Gerais, Brazil. Mem.Inst.Oswaldo Cruz, v.88, n.3, p.503-504. 1993.
- SERVICE, M. W. Mosquito (Diptera: Culicidae) dispersal--the long and short of it. J.Med.Entomol., v.34, n.6, p.579-588. 1997.
- SHROYER, D. A. *Aedes albopictus* and arboviruses: a concise review of the literature. J Am.Mosq.Control Assoc., v.2, n.4, p.424-428. 1986.
- SILVA, A. M. Imaturos de mosquitos (Diptera, Culicidae) de áreas urbana e rural no norte do estado do Paraná, Brasil. Ser Zool, v.92, n.4, p.31-36. 2002.
- SILVA, A. M., NUNES, V. e LOPES, J. Culicídeos associados a entrenós de bambu e bromélias, com ênfase em *Aedes* (*Stegomyia*) *albopictus* (Diptera, Culicidae) na Mata Atlântica, Paraná, Brasil. Iheringia, S,r.Zool., v.94 n.1, p.63-66. 2004.
- SILVA, V. C. D., SCHERER, P. O., FALCÃO, S. S., ALENCAR, J., CUNHA, S. P., RODRIGUES, I. M. e PINHEIRO, N. L. Diversidade de criadouros e tipos de imóveis freqüentados por *Aedes albopictus* e *Aedes aegypti*. Rev.Saúde Pública, v.40, n.6, p.1106-1111. 2006.

SINSKO, M. J. e CRAIG JR, G. B. Dynamics of an isolated population of *Aedes triseriatus* (Diptera: Culicidae). II - Factors affecting productivity of immature stages. J.Med.Entomol., v.18, p.279-283. 2008.

SNOW, L. C. e MICHAEL, E. Transmission dynamics of lymphatic filariasis: density-dependence in the uptake of *Wuchereria bancrofti* microfilariae by vector mosquitoes. Med.Vet.Entomol., v.16, n.4, 12, p.409-423. 2002.

TANDON, N. e RAYCHOUDHURY, S. Reinvasion of Calcutta city by *Aedes albopictus* : the proven vector of dengue in suburban areas. Indian J.Public Health, v.42, n.1, 01, p.24-25. 1998.

TEMPELIS, C. H. Host-feeding patterns of mosquitoes, with a review of advances in analysis of blood meals by serology. J.Med.Entomol., v.11, n.6, p.635-653. 1975.

TOTO, J. C., ABAGA, S., CARNEVALE, P. e SIMARD, F. First report of the oriental mosquito *Aedes albopictus* on the West African island of Bioko, Equatorial Guinea. Med.Vet.Entomol., v.17, n.3, p.343-346. 2003.

TREXLER, J. D., APPERSON, C. S. e SCHAL, C. Laboratory and field evaluations of oviposition responses of *Aedes albopictus* and *Aedes triseriatus* (Diptera: Culicidae) to oak leaf infusions. J.Med.Entomol., v.35, n.6, p.967-976. 1998.

WANG, E., NI, H., XU, R., BARRETT, A. D., WATOWICH, S. J., GUBLER, D. J. e WEAVER, S. C. Evolutionary relationships of endemic/epidemic and sylvatic dengue viruses. J.Virol., v.74, n.7, p.3227-3234. 2000.

WANG, K. C. Observations on the influence of photoperiod on egg diapause in *Aedes albopictus*. Acta Entomol., v.15, p.75-77. 1966.

WHO - World Health Organization. Regional Guidelines on Dengue/DHF Prevention and Control - Epidemiological Surveillance. 2008 1999.

YADAV, R. S., SHARMA, V. P. e CHAND, S. K. Mosquito breeding and resting in treeholes in forest ecosystem in Orissa. Indian J Malariol, v.34 p.8-16. 1997.

YATES, M. G. The biology of the treehole breeding mosquito *Aedes geniculatus* (Oliver) (Diptera: Culicidae) in southern England. Bull.ent.Res, v.69, p.611-628. 1979.

8. ANEXO

PESQUISA DE CRIADOUROS NATURAIS COM INFESTAÇÃO PELO Ae.

albopictus EM FORTALEZA

Bairro: _____ Área: _____ Numeração da árvore: _____

Tipo de árvore: _____ Diâmetros da sombra: _____

Árvore: () Infestada () Não Infestada

1ª VISITA: COLETA DA ÁGUA INTERNA - LARVAS Data: ___/___/___

N° dep	Descrição	Vol (l)	Altura (m)	Coberto? S/N	Exp. sol S/N	Água? S/N	Água límpida? S/N	Lodo parede? S/N	Presença Folhas? S/N	Boca < corpo? S/N	N° larvas
1											
2											
3											
4											

2ª VISITA: COLETA DO MATERIAL INTERNO - OVOS Data: ___/___/___

N° dep	Viável? S/N	Coberto? S/N	Água? S/N	Água límpida? S/N	Vol (l)	Lodo parede? S/N	Presença Folhas? S/N	N° larvas			
1											
2											
3											
4											