



Universidade Federal do Ceará
Faculdade de Medicina
Departamento de saúde comunitária

**POTENCIAL DE CINCO ESPÉCIES DE PEIXE COMO
MÉTODO DE CONTROLE BIOLÓGICO DE LARVAS DE *Aedes*
aegypti, EM CONDIÇÕES DE LABORATÓRIO, NO CEARÁ.**

Aluno: Luciano Pamplona de Góes Cavalcanti

Orientador: José Ricardo Soares Pontes, PhD

Fortaleza – Ceará

2006

**POTENCIAL DE CINCO ESPÉCIES DE PEIXE COMO
MÉTODO DE CONTROLE BIOLÓGICO DE LARVAS DE *Aedes
aegypti*, EM CONDIÇÕES DE LABORATÓRIO, NO CEARÁ.**

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado Acadêmico do Departamento de Saúde Comunitária, da Universidade Federal do Ceará como requisito parcial para obtenção do grau de mestre na área de Saúde Pública, com concentração em Epidemiologia.

Fortaleza – Ceará

2006

P217p Pamplona, Luciano de Góes Cavalcanti

Potencial de cinco espécies de peixe como método de controle biológico de larvas de *Aedes aegypti*, em condições de laboratório, no Ceará / Luciano Pamplona de Góes Cavalcanti: - Fortaleza, 2006.

117f.: il

Orientador: Prof. Dr. Ricardo José Soares Pontes.

Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Ceará.

LUCIANO PAMPLONA DE GÓES CAVALCANTI

**POTENCIAL DE CINCO ESPÉCIES DE PEIXE COMO MÉTODO DE
CONTROLE BIOLÓGICO DE LARVAS DE *Aedes aegypti*, EM CONDIÇÕES DE
LABORATÓRIO, NO CEARÁ**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Saúde Pública do Departamento de Saúde Comunitária da Faculdade de Medicina da Universidade Federal do Ceará. Área de concentração: Epidemiologia, como requisito para obtenção do título de Mestre em Saúde Pública.

Data da Aprovação: 17/02/2006

Banca Examinadora:

Prof. Dr. José Wellington de Oliveira Lima
Universidade Estadual do Ceará

Prof. Dr. Ricardo José Soares Pontes
Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. Eddie William de Pinho Santana
Universidade Estadual do Ceará

Prof. Dr. Almério de Castro Gomes
Universidade de São Paulo

Agradecimentos

A Deus e a minha família por todo o apoio que me dedicaram durante estes longos 20 meses e por mais esta graça alcançada.

A minha esposa Jane Cris, minha grande companheira nessa longa estrada que é a vida, minha ardorosa incentivadora durante este curso, que pacientemente e amorosamente suportou todas as minhas ausências. Ao meu filho, que aprendeu a entender todas as vezes que não pude lhe acompanhar durante este curso.

Ao meu orientador Dr. José Wellington de Oliveira Lima que sabiamente me conduziu neste processo, por tudo que me ensinou e por sua inestimável e preciosa amizade, um muito obrigado é parece ser pouco pela sua brilhante orientação.

Aos alunos do curso de Ciências Biológicas Carol, Júnior, Cidarta, Rodrigo, Emanuel e Fábio Fernandes (Medicina) sem os quais não teria sido possível a realização da 1ª etapa dos experimentos de predação. Sem estas pessoas não teria sido possível a realização dos testes de predação e desta forma a todos eles devo a realização diária deste trabalho, durante 5 meses.

As técnicas de laboratório de Entomologia Vera e Sayonara que cuidaram da colônia de *Aedes aegypti* de forma competente, mesmo nas semanas em que se utilizavam 6000 larvas diariamente.

A bióloga Ana Cláudia Ferreira Regazzi que acompanhou pessoalmente com empenho e dedicação toda a 1ª etapa dos experimentos de predação.

A todos que fazem DSC/MSP, em especial aos professores Ricardo Pontes, Lígia Kerr, Alberto Novaes, Dominik e Zenaide.

À todos os meus queridos amigos de turma do Mestrado, em especial os Doutores João Marcos, Francielze Lavor, Perpétua e Lincoln.

À Fundação de Amparo e Pesquisa (FUNCAP) pelo apoio na execução deste projeto, sem o qual não teria sido possível sua realização.

À todos os meus colegas de trabalho e amigos da Secretaria da Saúde do Estado do Ceará e da Fundação Nacional de Saúde/CE que de alguma forma me ajudaram durante este curso.

Resumo

O dengue vem se mostrando como um dos principais problemas de saúde pública no Ceará e o mosquito *Aedes aegypti* é seu principal vetor. Nas últimas décadas o controle químico vem sendo questionado, tanto pela capacidade de seleção de resistência dos insetos quanto por questões ambientais. Com isso o uso de alternativas biológicas vem sendo incentivado no mundo. Desta forma o objetivo deste trabalho foi avaliar 5 espécies de peixe que vem sendo utilizados como alternativa de controle para larvas de *Aedes aegypti* em depósitos domiciliares no Estado do Ceará. As espécies avaliadas foram o *Betta splendens*, *Trichogaster trichopteros*, *Astyanax fasciatus* e *Poecilia reticulata* e *sphenops*. Foram avaliadas capacidade larvófaga, locais preferenciais de predação e resistência ao cloro. Todas as cinco espécies apresentaram uma elevada capacidade larvófaga, destacando-se o *Betta splendens* e os *Poecilia* por apresentarem as maiores capacidades em relação ao peso e tamanho corporal. As espécies *Astyanax fasciatus* e *Betta splendens* parecem sobreviver bem sem a presença de larvas ou alimentos artificiais nos reservatórios domiciliares, enquanto os *Poecilia* apresentam uma perda significativa de peso durante as 5 semanas de avaliação. Em relação ao local de predação foi possível observar que os *Poecilia* permaneceram a maior parte do tempo na superfície enquanto o *Trichogaster* e o *Betta* apresentaram uma maior mobilidade no reservatório. Quanto à resistência ao cloro mostrou-se que as espécies de *Poecilia* já apresentam uma significativa mortalidade quando expostos à concentrações de 0,5mg/litro enquanto alguns espécimens do *Betta* e do *Trichogaster* mostraram capacidade de sobreviver até concentrações de 4,00mg/litro. Desta forma foi possível demonstrar que as 5 espécies podem ser utilizadas como alternativa de controle biológico, entretanto cada uma se apresenta mais indicada a depósitos diferentes devido, principalmente a oferta de alimentação e concentração de cloro.

Abstract

Dengue fever has been shown to be one of the main public health problems in Ceará; the principal vector is the *Aedes aegypti* mosquito. In recent decades chemical control has been under question, both due to the insect's selective resistance capacity and for environmental reasons. Thus the use of biological alternatives has been encouraged worldwide. Consequently, the objective of this study was to evaluate 5 fish species that have been used as an alternative for the control of *Aedes aegypti* larvae in domestic water tanks in the State of Ceará, Brazil. The species evaluated were *Betta splendens*, *Trichogaster trichopteros*, *Astyanax fasciatus* e *Poecilias reticulata* and *sphenops*. Larvae-eating capacity, preferred predation locations and resistance to chlorine were evaluated. All five species had a high larvae-eating capacity; *Betta splendens* and *Poecilias* were noteworthy for their larger capacity in relation to weight and body size. *Astyanax fasciatus* and *Betta splendens* appeared to survive well without the presence of larvae or artificial food in the domestic water tanks, whilst *Poecilias* presented a significant weight loss during the 5-week evaluation. Regarding the location of predation it was observed that *Poecilias* spent most of the time at the surface whereas *Trichogaster* and *Betta* had greater mobility in the container. As to chlorine resistance, *Poecilias* had a significant mortality when exposed to concentrations of 0.5mg/litre while other species of *Betta* and *Trichogaster* were able to survive concentrations up to 4.00mg/litre. Therefore it was possible to demonstrate that the 5 species can be used as biological control alternatives, although each one is indicated for different water tanks due mainly to the food available and the chlorine concentrations.

SUMÁRIO

1.	Introdução	12
1.1.	Caracterização da Doença	12
1.2.	Histórico	13
1.3.	Epidemiologia da Doença	15
1.4.	Diagnóstico Laboratorial da Doença	17
1.5.	Cadeia de Transmissão do Dengue	17
1.6.	Vetor	18
1.6.1.	Distribuição Espacial do Vetor	20
1.7.	Controle da Doença	22
1.7.1.	Controle do Vetor	23
1.7.1.1	Controle Químico	25
1.7.1.2	Controle Mecânico	28
1.7.1.3	Controle Legal	29
1.7.1.4	Controle Biológico	30
2.	Objetivos	57
2.1	Objetivo Geral	57
2.2	Objetivos Específicos	57
3.	Metodologia	58
3.1	Teste de Predação	58
3.2	Observação da profundidade de Predação	60
3.3.	Sobrevivência em água Clorada	60
3.4	Resultados	62
4.	Discussão	84
5.	Considerações Finais	94
6.	Referências Bibliográficas	98

Lista de Tabelas

Nº da tabela	Título da tabela	Página
Tabela 1	Capacidade predatória de fêmeas da espécie de peixe <i>Betta splendens</i> , para larvas de <i>Aedes aegypti</i> de 3º estágio, durante 5 semanas consecutivas, em caixas d'água de 310 litros.	67
Tabela 1.1	Tamanho das fêmeas da espécie de peixe <i>Betta splendens</i> após cinco semanas de experimento.	68
Tabela 1.2	Peso das fêmeas da espécie de peixe <i>Betta splendens</i> após cinco semanas de experimento.	68
Tabela 2	Capacidade predatória de fêmeas e machos da espécie de peixe <i>Trichogaster trichopteros</i> , para larvas de <i>Aedes aegypti</i> de 3º estágio, durante 5 semanas consecutivas, em caixas d'água de 310 litros.	69
Tabela 2.1	Tamanho das fêmeas da espécie de peixe <i>T. trichopteros</i> após cinco semanas de experimento.	69
Tabela 2.2	Peso das fêmeas da espécie de peixe <i>T. trichopteros</i> após cinco semanas de experimento.	70
Tabela 2.3	Tamanho dos machos da espécie de peixe <i>T. trichopteros</i> após cinco semanas de experimento.	70
Tabela 2.4	Peso dos machos da espécie de peixe <i>T. trichopteros</i> após cinco semanas de experimento.	70
Tabela 3	Capacidade predatória de fêmeas e machos da espécie de peixe <i>Astyanax fasciatus</i> , para larvas de <i>Aedes aegypti</i> de 3º estágio, durante 5 semanas consecutivas, em caixas d'água de 310 litros.	71
Tabela 3.1	Tamanho das fêmeas da espécie de peixe <i>Astyanax fasciatus</i> após cinco semanas de experimento.	71
Tabela 3.2	Peso das fêmeas da espécie de peixe <i>Astyanax fasciatus</i> após cinco	72

	semanas de experimento.	
Tabela 3.3	Tamanho dos machos da espécie de peixe <i>Astyanax fasciatus</i> após cinco semanas de experimento.	..... 72
Tabela 3.4	Peso dos machos da espécie de peixe <i>Astyanax fasciatus</i> após cinco semanas de experimento.	..... 73
Tabela 4	Peso dos machos da espécie de peixe <i>Astyanax fasciatus</i> após cinco semanas de experimento.	..... 73
Tabela 4.1	Tamanho das fêmeas da espécie de peixe <i>Poecilia reticulata</i> após cinco semanas de experimento.	..... 74
Tabela 4.2	Peso das fêmeas da espécie de peixe <i>Poecilia reticulata</i> após cinco semanas de experimento.	..... 74
Tabela 4.3	Tamanho e peso dos machos da espécie <i>Poecilia reticulata</i> durante as 2 semanas de testes.	..... 75
Tabela 5	Capacidade predatória de fêmeas e machos da espécie de peixe <i>Poecilia sphenops</i> , para larvas de <i>Aedes aegypti</i> de 3º estágio, durante 5 semanas consecutivas, em caixas d'água de 310 litros.	..... 75
Tabela 5.1	Tamanho das fêmeas da espécie de peixe <i>Poecilia sphenops</i> após cinco semanas de experimento.	..... 76
Tabela 5.2	Peso das fêmeas da espécie de peixe <i>Poecilia sphenops</i> após cinco semanas de experimento.	..... 76
Tabela 5.3	Tamanho dos machos da espécie de peixe <i>Poecilia sphenops</i> após cinco semanas de experimento	..... 76
Tabela 5.4	Peso das fêmeas da espécie de peixe <i>Poecilia sphenops</i> após cinco semanas de experimento.	..... 77
Tabela 6	Percentual de sobrevivência do <i>Betta splendens</i> quando expostos a 4 diferentes concentrações de cloro, por um período de 24 horas.	..... 79
Tabela 7	Percentual de sobrevivência do <i>Trichogaster trichopteros</i> quando expostos a 4 diferentes concentrações de cloro, por um período de 24 horas.	..... 79
Tabela 8	Percentual de sobrevivência do <i>Astyanax fasciatus</i> quando expostos a 4 diferentes concentrações de cloro, por um período de 24 horas.	..... 80

Tabela 9	Percentual de sobrevivência do <i>Poecilia sphenops</i> quando expostos a 4 diferentes concentrações de cloro, por um período de 24 horas.	..... 81
Tabela 10	Percentual de sobrevivência do <i>Poecilia reticulata</i> quando expostos a 4 diferentes concentrações de cloro, por um período de 24 horas.	..... 81
Tabela 11	Média do poder residual do cloro com 4 diferentes concentrações e 5 espécies de peixes.	..... 82

1. INTRODUÇÃO

1.1. Caracterização da Doença

Dengue é uma doença febril aguda, que pode ser de curso benigno ou grave, dependendo da forma que se apresente: infecção inaparente, Dengue Clássico (DC), Febre Hemorrágica do Dengue (FHD), ou Síndrome do Choque da Dengue (SCD). Seu agente etiológico é um arbovírus do gênero Flavivírus, pertencente à família Flaviviridae. São sorologicamente relacionados, mas antigenicamente distintos sendo conhecidos 4 sorotipos: 1, 2, 3 e 4. Estes vírus são envelopados, esféricos, com projeções nas superfícies, medem aproximadamente 60nm¹⁹. Possuem genoma de aproximadamente 11.000 nucleotídeos que codificam 10 genes contidos numa molécula de RNA com fita simples, a qual se comporta como RNA mensageiro de cadeia simples e polaridade positiva (Rice, 1986; Brasil, 2002).

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), dengue é a enfermidade vírica mais importante transmitida por artrópodes em todo o mundo. Segundo Tauil pode ser considerada a mais importante na atualidade (Tauil, 2001; Tauil, 2002). Hoje, encontra-se disseminada em mais de 100 países, de todos os continentes, com exceção da Europa. Se constitui ainda uma ameaça para a saúde de mais de 2,5 bilhões de pessoas nas regiões tropicais e subtropicais, onde são estimados que cerca de 80 milhões de pessoas se infectem anualmente (Who, 2002).

O Ministério da Saúde do Brasil adotou um critério de classificação das formas de febre hemorrágica do dengue em 04 categorias, de acordo com o grau de gravidade: GRAU 1: febre acompanhada de sintomas inespecíficos, em que a única manifestação hemorrágica é a prova do laço positiva. GRAU 2: Além das manifestações constantes do grau 1, somam-se hemorragias espontâneas leves (sangramentos de pele, epistaxe, gengivorragia e outros). GRAU 3: colapso circulatório, com pulso fraco e rápido, e pressão arterial ou hipotensão, pele pegajosa e fria e inquietação. GRAU 4: choque profundo, com ausência de pressão arterial e pressão de pulso imperceptível (Síndrome do Choque da Dengue) (Brasil, 2002).

1.2. Histórico

O termo “Dengue” foi cunhado e primeiramente usado em Zanzibar, 1727 (Flores, 1998). Segundo Gubler (1997), a etiologia do dengue foi determinada por Ausburn e Craig em 1906, com o achado de um agente infeccioso filtrável no sangue humano. Segundo o mesmo autor, as primeiras descrições de epidemias compatíveis com o dengue foram realizadas por Bylon, em 1779, na Ásia, relatando a ocorrência de casos de “febre articular” em Java, Indonésia (Gubler, 1997). Segundo Resende (Chernoviz, apud Resende, 2004) a doença recebeu, ao longo do tempo, os mais variados nomes de cunho popular de acordo com o país ou região considerados. Dentre eles, febre da China na Ásia; bouhou na Oceania; febre quebra ossos nos Estados Unidos; colorado em colônias espanholas; dandy fever em colônias inglesas e dengue nas antilhas. Entretanto, a denominação dengue acha-se definitivamente consagrada uma vez que foi incorporada à nomenclatura Internacional da Organização Mundial da Saúde (Resende, 2004).

Nas Américas existem relatos de casos de dengue há mais de 200 anos. Em 1963, já havia circulação comprovada dos sorotipos 2 e 3 em vários países e em 1977, o sorotipo 1 foi introduzido, inicialmente pela Jamaica. A partir de 1980, foram notificadas epidemias em vários países, aumentando consideravelmente a magnitude do problema. Valendo salientar, as seguintes epidemias: Bolívia (1987), Paraguai (1988), Equador (1988), Peru (1990) e Cuba (1977/1981) (Brasil, 2002).

No Brasil, existem referências de epidemias em 1916, em São Paulo, e em 1923, em Niterói, porém sem confirmação laboratorial. A primeira que foi documentada clínica e laboratorialmente ocorreu em 1981-1982, em Boa Vista - Roraima, causada pelos sorotipos 1 e 4 (Brasil, 2002).

A partir de 1986, foram notificados diversos registros em vários estados. Destas a mais importante ocorreu no Rio de Janeiro onde, por inquérito sorológico realizado, estimou-se que pelo menos 1 milhão de pessoas foram afetadas pelo sorotipo DEN 1, nos anos de 1986/1987. Outros estados (Ceará, Alagoas, Pernambuco, Bahia, Minas Gerais, Tocantins, São Paulo, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul) notificaram surtos no período de 1986/1993. A introdução do

sorotipo 2 foi detectada em 1990, no estado do Rio de Janeiro, onde foi detectado também, pela primeira vez, sorotipo 3. Posteriormente, foi identificado também em Tocantins, Alagoas e Ceará (Brasil, 2002).

No Brasil, o Estado do Ceará figura como um dos mais importantes quanto ao número de casos reportados de dengue (Cunha, 1998). A primeira epidemia de dengue do Ceará teve início em agosto de 1986, se estendendo até novembro de 1987. Neste período foram notificados cerca de 26.938 casos com o pico de transmissão em abril de 1987, com 1.674 casos de dengue clássico (Oliveira, 1988). Com relação a distribuição dos casos, 7,2% ocorreram na capital Fortaleza e a grande maioria (92,8%) deu-se no interior do Estado com cerca de 51 municípios atingidos (Oliveira, 1988). Foram notificados casos em todas as faixas etárias, sendo que febre, cefaléia, artralgia, anorexia e mialgia foram os sintomas mais constantes (Vasconcelos, 1989). Num surto ocorrido em uma favela de Fortaleza no ano de 1999 foi identificado que as mulheres representaram cerca de 65% das infecções e mais da metade dos doentes tinham entre 20 e 45 anos de idade. Além disso o risco de ter dengue foi 12 vezes maior das pessoas que habitavam em ruas perpendiculares a praia devido provavelmente, a influencia do vento (Heukelbach, 2001).

Na década de 50, a Febre Hemorrágica do Dengue (FHD) foi descrita, pela primeira vez, nas Filipinas e Tailândia. Surtos de FHD aconteceram em Cuba em 1981 e o segundo na Venezuela em 1989, os quais foram os primeiros relatos ocorridos fora do Sudoeste Asiático e Pacífico Ocidental. Alguns casos foram notificados no Brasil em 1990/1991 no Rio de Janeiro (BRASIL, 2002). No Ceará, os primeiros casos de dengue hemorrágico foram notificados no ano de 1994, quando foi detectada a introdução do sorotipo DEN-2. Neste ano foram confirmados 25 casos com uma letalidade de 48%, tendo sido considerada uma das mais elevadas do Brasil. Houve uma pausa na notificação de casos hemorrágicos e a partir de 1998, nenhum ano se passou sem que houvesse notificação de casos hemorrágicos; destacando-se o ano de 2000 com uma letalidade de 75% (4 casos e 3 óbitos) (Dados fornecidos pela SESA). A partir do ano de 2001, com a introdução do sorotipo DEN-3 e a circulação simultânea de três sorotipos aumentou o risco de evolução para casos hemorrágicos e um elevado número de casos foram confirmados nos anos de 2001 a 2003 (Vilar, 2004). Outro aspecto que tem chamando a atenção é que nos últimos anos vem decrescendo a idade média dos pacientes que evoluem para formas graves no Ceará. Em

2001 a média de idade dos pacientes foi de 36,8 anos e em 2003 esta média declinou para 30 anos (Pamplona, 2005).

Segundo Passos (2004) pacientes infectados com sorotipo DEN 3 tiveram uma chance 6,07 vezes maior de apresentar choque em relação ao DEN 2. A chance de apresentar dor abdominal foi 3,06 vezes maior em pacientes com DEN 3 e a chance de exantema foi de 3,61 vezes maior que em pacientes com DEN 1; ou seja, indivíduos com DEN 3 apresentaram dengue com maior gravidade durante a epidemia de dengue ocorrida no Rio de Janeiro entre 2001/2002 (Passos, 2004).

Segundo Meltzer (1998) epidemias de dengue e dengue hemorrágico trazem importantes impactos econômicos e representam um encargo significativo para as comunidades afetadas. Este impacto pode variar e incluir perda de vidas; despesas médicas com hospitalização dos pacientes, perda de produtividade da força de trabalho afetada, sobrecarga dos serviços de atenção a saúde devido à demanda alta e repentina durante as epidemias; gastos consideráveis com as ações emergenciais de controle em grande escala e perda de receita de turismo como resultado de publicidade negativa (Meltzer, 1998). Segundo Kouri (1989) o custo da epidemia ocorrida em Cuba foi de US\$ 103 milhões, sendo 84 milhões com custos diretos e outros 19 milhões para custos indiretos (Kouri, 1989). Em Porto Rico a epidemia ocorrida no ano de 1977 teve um custo estimado entre US\$ 6 e US\$ 16 milhões, segundo Von (1979). Os custos diretos com atenção médica e medidas de controle custaram entre 2,4 e 4,7 milhões de dólares e custos indiretos com dias de trabalho perdidos pelos trabalhadores doentes e pais de crianças doentes entre 3,7 e 11 milhões (Von, 1979).

1.3. Epidemiologia da Doença

Hoje o dengue causa cerca de 50 a 100 milhões de casos anuais e, 250 a 500 mil casos de dengue hemorrágico por ano, no mundo. O problema aumenta, pois é sabido que cerca de 50% da população mundial vive em áreas endêmicas de dengue (Who, 2002). Segundo Kouri (1989) ocorre um caso novo de febre hemorrágica do dengue por minuto no mundo e destes a cada vinte minutos um vem a óbito (Kouri, 1989).

Há grandes evidências de que as condições atuais e as perspectivas futuras das Américas, e particularmente do Brasil favorecem a expansão e o agravamento dos eventos relacionados com o dengue. Isto devido ao estabelecimento de uma situação de hiperendemicidade, associada a circulação de vários sorotipos, aumentando a probabilidade de imunoamplificação (Who, 2002). De maneira geral, existem duas situações epidemiológicas: uma para os residentes em dezenas de centros urbanos brasileiros que possuem anticorpos contra os vírus DEN-1 e/ou DEN-2 e/ou DEN-3, e os índices de infestação pelo *Aedes aegypti* se mantêm elevados. E uma segunda, onde ainda não se estabeleceu a circulação viral, portanto exposta a infecções maciças em função das situações entomológicas que exibem (Opas, 2001).

A situação epidemiológica do Dengue no Brasil é alarmante, principalmente pelo fato do mosquito transmissor encontrar-se disperso nas 27 unidades federadas, ter hábitos domiciliares, ser bastante prolífero, vir se adaptando de forma muito competente aos padrões ambientais e aos hábitos prevalentes nos centros urbanos de muitos países, principalmente, os de terceiro mundo (Funasa, 2001).

O histórico dos índices epidemiológicos de dengue revela a alta complexidade do controle desta enfermidade. Casos desta patologia vêm sendo notificados no Estado do Ceará desde 1986 e tem apresentado um padrão que se caracteriza em geral; por períodos de baixa infestação vetorial e baixa incidência de casos, intercalados por breves períodos de maior infestação e incidência. Em 1994, foram diagnosticados os primeiros casos de Dengue Hemorrágica, forma grave da doença que pode conduzir o paciente ao óbito (Dados fornecidos pela Secretaria de Saúde do Estado). No ano de 2001 houve mais de 34.390 casos de Dengue no Ceará. Por tudo isto que foi descrito este Estado, atualmente, é considerado como uma das mais importantes áreas de transmissão do vírus da Dengue no Brasil, tendo registrado mais de 180.000 casos confirmados nos últimos 18 anos (Dados fornecidos pela SESA).

1.4. Diagnóstico Laboratorial da Doença

O diagnóstico laboratorial pode ser feito através de exames específicos (isolamento do agente ou métodos sorológicos que demonstram a presença de anticorpos da classe IgM, em única amostra de soro, ou aumento do título de anticorpos IgG, chamada de conversão sorológica; em amostras pareadas); ou ainda através de exames inespecíficos (hematócrito e plaquetometria sendo considerado os mais importantes para o diagnóstico e acompanhamento das formas hemorrágicas) (Brasil, 2002).

1.5. Cadeia de Transmissão da Dengue

Seu mecanismo de transmissão só foi descrito em 1906 por Bancroft, quando identificou o *Aedes aegypti* como o vetor da doença (Rodhain, 1997). Em 1916, confirmou-se a importância deste vetor do dengue através de estudos realizados na Austrália por Cleland. Entretanto, só após os trabalhos de Siler em 1926 e Simmons em 1931, é que alguns pontos importantes na transmissão da dengue puderam ser elucidados. Estes autores identificaram um segundo vetor, o *Aedes albopictus* e outras duas espécies: *A. scutellaris* e *A. polynesiensis*, encontradas na Indonésia e Ilhas do Pacífico Sul, respectivamente (Siller, 1926; Simmons, 1931).

A transmissão desta enfermidade se dá pela picada da fêmea infectada do mosquito *Aedes aegypti* no homem. Depois um repasto sangüíneo realizado em um indivíduo infectado, o mosquito torna-se apto a transmitir o vírus, após um período de 8 a 12 dias de incubação extrínseca. Este período de Incubação varia de 3 a 15 dias, sendo em média de 5 a 6 dias (Brasil, 2002). A fonte de infecção e o reservatório vertebrado é o ser humano; sendo descrito na Ásia e África um ciclo selvagem envolvendo macacos (Brasil, 2002). Além disto, existe transmissão transovariana ou vertical, significando que as novas gerações poderão já nascer infectadas (Finlay, 1881; Calado, 2000).

1.6. Vetor

O vetor do dengue nas Américas é o *Aedes aegypti*, cujos hábitos o tem levado a um comportamento domiciliar, adaptando-se rapidamente ao ambiente do homem. Com hábitos hematófagos, principalmente durante o ciclo gonodotrófico, associado há uma maior necessidade de proteínas para maturação dos ovos (Calado, 2000). Além disso, sua ampla distribuição geográfica no Brasil constitui-se uma ameaça constante à reurbanização da febre amarela (Silva, 1999). Uma vez infectado, ele permanece infectado e infectante pelo resto da vida, sendo incapaz de controlar a invasão do vírus em todas as partes do seu corpo (Consoli, 1994).

Este inseto tem hábitos preferencialmente diurno e crepuscular vespertino. Após a cópula, a fêmea tem a capacidade de acumular espermatozóides por toda a vida em espermatecas, produzindo ovos muito resistentes a dessecação. A primeira postura atinge cerca de 80 a 100 ovos. Nas posturas seguintes a quantidade se reduz para uma média de 25 a 30 ovos. Em condições propícias o número de oviposições pode atingir entre 12 a 15 ao longo da vida (Gadelha, 1985). Depois da oviposição e após o desenvolvimento embrionário inicial; que se passa em ambiente ainda úmido, estes ovos podem permanecer mais de 490 dias em local seco (Calado, 2000). Este é um dos fatores mais importantes da biologia deste vetor, que o torna de difícil erradicação. A quiescência dos ovos (interrupção no desenvolvimento induzida pela baixa umidade) facilita uma adaptação muito importante na sua dispersão passiva, já que isso possibilita o transporte de ovos resistentes (ou quiescentes) em artefatos de todos os tipos (Calado, 2000; Consoli, 1994; Silva, 1999). Em condições normais, os ovos maduros eclodem após alguns minutos quando submersos em meio líquido (Gadelha, 1985).

As larvas emergem facilmente da rotura do ovo, após o contato dos mesmos com a água. Estas larvas passam por quatro sub-fases de crescimento: L1, L2, L3 e L4 e só então atingem o estágio de pupa, que dura cerca de 24 a 48 horas (Calado, 2000). A passagem de um estágio larval para o próximo é feita pelo processo de muda durante o qual ocorre o desprendimento do exoesqueleto (Gadelha, 1985). Um fluido é secretado para possibilitar a separação do exoesqueleto da nova cobertura desenvolvida sob o corpo (Gadelha, 1985). O tempo necessário

para a evolução do ovo até o mosquito adulto varia de acordo com a temperatura e com a alimentação da larva. Em condições favoráveis este período não excede 10 dias (Gadelha, 1985).

Após a eclosão, o *Aedes aegypti* apresenta grande capacidade de colonizar os mais variados tipos de criadouros e, com certeza, existe correlação entre os depósitos preferenciais para sua oviposição e os hábitos de armazenagem de água da população estudada (Gadelha, 1985; O’Gower, 1957). A atividade humana, seus hábitos, costumes e tradições somadas a outros fatores, tais como; topografia regional, temperatura, umidade e altitude exercem marcada influência nessa distribuição do vetor (Gadelha, 1985).

O’Gower constatou em um experimento que os depósitos artificiais preferidos para postura são aqueles que apresentam superfície de água livre, paredes porosas e baixa refletividade (O’Gower, 1957). Chadee demonstrou a importância da positividade nos pequenos depósitos artificiais (Chadee, 1990). Já, segundo Bezerra, o *Aedes* mostrou preferência por depósitos de grande volume de água e maior altura em relação ao solo (Bezerra, 1999).

Segundo Nam (2003) os criadouros mais importantes no Vietnã são caixas d’água de concreto e tinas e, esta importância não diferia durante as estações chuvosas e secas, sendo denominados de depósitos-chave. Estes depósitos-chave foram consistentemente positivos para grande número de larvas durante todo o ano, com um aumento significativo durante a estação chuvosa (2,23 vezes mais larvas). Nesta perspectiva as caixas de concreto foram consideradas o depósito mais importante, sendo responsável por mais de 80% de todas as larvas de *Aedes aegypti* (Nam, 2003). Os tanques de cimento ao nível do chão foram os principais depósitos incriminados pela população como fonte de mosquitos em Cuba, segundo estudo qualitativo realizado no ano de 2000 (Cruz, 2001).

Em outro trabalho Cubano realizado em duas cidades com condições socio-econômicas diferentes foram descritos 10 tipos de criadouros com focos de *Aedes aegypti* e uma média de 12 a 13 depósitos com água por cada imóvel e, nas duas situações os tanques estavam entre os depósitos mais infestados (Marquetti, 1996). Segundo Nathan, nas Antilhas Britânicas os

depósitos mais usados pelos *Aedes aegypti* em áreas urbanas são tanques e cisternas de grande volume utilizadas para armazenamento de água (Nathan, 1973).

Em relação a qualidade da água, mostrou-se preferência por meios pouco poluídos; contudo desde que as condições gerais fossem viáveis, tal seletividade se tornava duvidosa (Gadelha, 1985; O’Gower, 1957). Segundo Chadee, buracos de árvores chegam a representar cerca de 19% dos criadouros no Caribe (Chadee, 1988). Já na Índia, de acordo com Ray, os depósitos preferenciais são potes de barro e vasos de planta (Ray, 1999). Na Tailândia estudos realizados por Kittayapong mostraram que dos doze tipos de criadouros identificados com larvas de *Aedes aegypti*, mais de 56% deles eram representados por potes de barro (Kittayapong, 1993).

No Rio de Janeiro demonstrou-se que mais de 50% dos depósitos positivos para *Aedes* era composto por vasos de planta e vasilhames de plástico Sousa-Santos, (1998). Na Argentina, segundo Liborio; os vasos de plantas, potes de barro e bebedouros de animais foram os mais infestados em cerca de 40% dos domicílios visitados. Vários trabalhos na literatura mostram que os depósitos predominantes variam de região para região e, principalmente de acordo com as condições de fornecimento de água (Bezerra, 1999; Bond, 1969; Lima, 1998; Marcoris, 2002; Pinheiro, 2002; Liborio, 2004; Pereira, 1996).

1.6.1. Distribuição Espacial do Vetor

O processo dinâmico de seleção adaptativa para sobrevivência da espécie que ocorre cotidianamente na natureza envolve importantes fenômenos que interferem no estado de saúde das populações humanas (Taulil, 1987). Isto pode ser bem evidenciado na força da reemergência das infecções causadas pelo vírus do dengue, pois as agressões dos quatro sorotipos destes agentes às populações humanas vêm crescendo em magnitude e extensão geográfica, desde meados do século XX; em função da velocidade de circulação e replicação viral, facilitada pela extraordinária capacidade de adaptação das populações do *Aedes* que lhes serve de transmissor. Desta forma a distribuição deste vetor está se tornando cada vez mais abrangente. O rápido crescimento e urbanização das populações nas áreas tropicais, sem infra-estrutura básica de saneamento, ampliou a faixa de ocorrência desta arbovirose, em razão da difusão do mosquito em

áreas antes livres da doença (Tauil, 1986; Pereira, 1996). A partir de então, alguns equívocos no processo de decisão-ação governamental foram se acumulando, e estabeleceram as condições epidemiológicas que nos colocam com ínfimas perspectivas de erradicação e seriamente apreensivos pela tendência de aumento da gravidade da doença, com a introdução de cada novo sorotipo (Tauil, 2002b; Pereira, 1996).

Um outro aspecto importante que permite a manutenção da infestação vetorial é a dificuldade para o desenvolvimento das intervenções sobre a população de mosquitos, que também decorrem de distintos hábitos de vida (Donalísio, 1999). Como exemplos marcantes e antagônicos observam-se que em muitas residências de bairros nobres, por questão de segurança, não se consegue a permissão dos moradores ou síndicos para a atuação intra e peridomiciliar dos agentes de saúde dos programas de controle do mosquito; ação básica contra o vetor (Donalísio, 1999). Em algumas áreas de favelas com registros maiores de violências, particularmente quando dominadas pela marginalidade, os agentes têm receio de trabalhar, preocupados com a sua própria segurança ou são impedidos de fazê-lo. Desta forma, as taxas de recusas nestas áreas são muito elevadas, constituindo-se verdadeiras ilhas de difícil intervenção que, não só permanecem infestadas como prejudicam a eliminação do vetor nas áreas ao redor. Desta maneira, prejudicando sobremaneira a eficiência e efetividade das ações de controle nos complexos urbanos (Donalísio, 1999).

Mesmo considerando-se as lacunas dos conhecimentos disponíveis para prever sob firmes bases científicas as futuras ocorrências de epidemias das formas hemorrágicas do dengue, a atual situação epidemiológica e entomológica de extensas áreas de vários continentes evidencia maiores possibilidades de um agravamento deste cenário, pois os fatores que determinam a reemergência destas infecções são difíceis de serem eliminados (OMS, 1999). O *Aedes aegypti* foi introduzido no Brasil durante o período colonial, possivelmente através do tráfico negreiro (Franco, 1969; Vasconcelos, 1989; Consoli, 1994). O Brasil conseguiu erradicar o *Aedes aegypti* por duas vezes do território nacional, em 1958 e em 1973. Entretanto em 1976 foram detectados focos na cidade de Salvador e em 1977 no Rio de Janeiro. A partir destes focos, grandes centros urbanos do país foram infestados novamente (Franco, 1969; Oliveira, 1988). Atualmente, mesmo com a descentralização das ações de epidemiologia e controle de doenças para os municípios e

com todos os esforços implementados pelos órgãos responsáveis para conter o avanço do principal vetor do dengue, ele encontra-se em expansão para áreas não infestadas. Em 1995 já existiam cerca de 1.802 municípios com a presença do *Aedes*. Em 1997 este número aumentou para 2.714 municípios e este número vem aumentando a cada ano (Silveira, 1998).

Os primeiros registros do *Aedes aegypti* no Ceará sugerem sua presença no ano de 1851, devido a uma grande epidemia de febre amarela onde foram relatados cerca de 28.500 casos desta patologia, atingindo mais da metade da população da época que era de cerca de 41.400 habitantes (Franco, 1969). Em 1932 foram realizados no Estado, pela Fundação Rockefeller, os primeiros levantamentos de índices em alguns municípios. No período de 1931 a 1949 o *Aedes aegypti* foi encontrado em todos os municípios do Estado (Franco, 1969). Os focos do *Aedes* foram totalmente erradicados do Estado no ano de 1950, e até 1983 a literatura dos órgãos oficiais não relata nenhum foco do mosquito. No ano de 1984 foi detectado o primeiro foco no Estado, no município de Aquiráz e desde este período não foi mais possível erradicá-lo do território Cearense (Franco, 1969; Lima, 1985). No ano de 1986 foi realizado um levantamento onde foram identificados cerca de 65 municípios infestados pelo vetor. Em 1994 já haviam 112 municípios infestados, em 2001 o Estado já apresentava 169 municípios com a presença do *Aedes aegypti* e 171 municípios no ano de 2003 (Pamplona, 2004b).

1.7. Controle da Doença

Até o momento, o único elo vulnerável da cadeia de transmissão do dengue é o *Aedes aegypti*, portanto todas as formas de combate a doença estão direcionadas ao controle do vetor (Veronesi, 1985; Tauil, 2002). Entretanto o intrínseco relacionamento dos problemas de gerenciamento de programas, interrupções e limitações operacionais e técnico-científicas inviabilizam a erradicação e dificultam as ações de controle. Para permitir a adoção de medidas adequadas de prevenção e controle do dengue epidêmico se faz necessário um sistema de Vigilância Epidemiológica que seja sensível em sua estrutura e operacionalização; representativo, aceitável pelos usuários, flexível e oportuno. Esta vigilância deve atuar de forma ativa para que possa desencadear as medidas de controle mais indicadas e em momento oportuno.

1.7.1. Controle do Vetor

Segundo a 31ª Reunião do Conselho Diretivo da Organização Panamericana da Saúde, em 1985, ocorreu uma importante mudança na política da OPS contrariando a estratégia de erradicação e reconhecendo pela primeira vez a possibilidade de implementação de programas de controle (Ops, 1995).

Mulla (1994) escreveu um artigo que buscava retratar a história do controle de vetores e a sua evolução especialmente durante o século XX. As tecnologias utilizadas na primeira metade do século XX foram relativamente simples como redução de criadouros, uso de peixes larvófagos, petróleo e óleo queimados e alguns larvicidas sintéticos a base de plantas. Durante a segunda metade deste século várias classes de inseticidas orgânicos sintéticos foram desenvolvidos e piretróides sintéticos. O sucesso exarcebado estes inseticidas químicos como o DDT causou um recrudescimento da busca de outras alternativas de controle; entretanto após as primeiras descobertas acerca de possíveis cepas resistentes este paradigma do controle unicamente baseado em inseticidas vem sendo abandonado. Segundo este autor a expectativa para o século XXI é de que o desenvolvimento de vacinas e técnicas de entomologia visando melhorar o controle de mosquitos transmissores de doenças ao homem (Mulla, 1994).

O controle do *Aedes aegypti* hoje pode se dá, principalmente, de quatro formas: controle químico, controle mecânico, controle biológico e o controle legal. E seu combate no Brasil foi institucionalizado de forma sistematizada a partir do séc. XIX, quando diversas epidemias de febre amarela urbana ocorriam no País, levando milhares de pessoas a morte (Veronesi, 1985; Ops, 1995).

Por questões econômicas, sociais e políticas, os países das Américas que erradicaram o *Aedes*, nas décadas de 50 e 60, em virtude da necessidade de eliminar a febre amarela urbana, não utilizaram oportunamente e com o rigor necessário, os conhecimentos técnicos e científicos adquiridos durante a execução daquela campanha, quando detectaram nos anos 70 a reinfestação de algumas áreas por este vetor (Veronesi, 1985). Como o ambiente dos centros urbanos favorece sobremaneira a dispersão e a elevação da densidade das populações deste mosquito, associado à

falhas nas estratégias de combate, possibilitou a expansão do vetor, gerando-se um grave problema de saúde pública neste final de século (Donalísio, 1999).

Os tradicionais programas de erradicação baseados na centralização, verticalização e paternalismo que ainda existem em muitos países da América do Sul, são ineficazes, principalmente pelos seus altos custos e, na maioria das vezes, não são financiados, nem manejáveis. (Who, 1991).

Segundo Service (1995) existem variados motivos para se incentivar o desenvolvimento de outras alternativas de controle, entretanto ele não acredita que a curto prazo se descubram métodos que possam substituir de uma forma definitiva a utilização dos inseticidas (Service, 1995).

Outro aspecto importante que deve ser considerado para o desenvolvimento de um programa de controle exitoso é o fato de não se levar em conta apenas a ecologia do *Aedes aegypti*, mas principalmente a significação sociológica dos recipientes para as pessoas e para as residências (Nathan, 1991).

A ineficiência de alguns programas de controle se deu principalmente devido a incapacidade de sustentação financeira das estruturas verticais e a centralização baseada em um único método de controle; o controle químico (Ops, 1995).

O intrínseco relacionamento dos problemas de gerenciamento de programas, interrupções e limitações técnico-científicas, durante as últimas décadas, vem inviabilizando algumas ações de controle (Who, 1991). Desta forma, segundo Nam (2003) é bastante encorajador a busca de novos métodos de Vigilância Entomológica que associem baixo custo, implementação fácil e eficácia sustentável (Nam, 2003).

1.7.1.1. Controle Químico

Agentes químicos têm sido utilizados para o controle do *Aedes* desde a virada do século (Who, 1991). Durante a primeira campanha contra a febre amarela em Cuba e no Panamá, os criadouros eram tratados com óleo queimado (diesel) e as casas borrifadas com piretrinas (Who, 1984). Quando as propriedades inseticidas do DDT (dicloro-difeniltricloroetano) foram descobertas nos anos quarenta, o seu uso tornou-se rapidamente o principal método empregado nas campanhas mundiais de erradicação do *Aedes* (Who, 1991).

Segundo alguns relatos da época a eficiência deste inseticida levou a um otimismo exagerado. Acreditava-se que as doenças transmitidas por insetos, particularmente por mosquitos, poderiam ser erradicadas em poucos anos (Ops, 1995; Chavarría, 2000). Entretanto, a resistência ao DDT começou a ser detectada no início dos anos 60. Isso levou a pesquisa de vários inseticidas; dentre eles, os organofosforados. Foram desenvolvidos vários outros; tendo o Fenthion, o Malathion, o Fenitrothion e o Temephós caído em uso corrente para o controle do *Aedes aegypti* (Who, 1984).

Um dos principais problemas que se enfrentam atualmente na luta contra este vetor é que tradicionalmente, o controle químico tem sido o principal método de controle; porém o meio ambiente vem sofrendo conseqüências nocivas com a utilização descontrolada de inseticidas, que poderão se manifestar nas próximas décadas (Who, 1984). Existe ainda; embora pequeno, um risco de toxicidade para o homem e outros animais, além de levar à resistência por seleção, causar a destruição dos controladores naturais do vetor e a contaminação do meio em volta, provocando um desequilíbrio do ecossistema (Who, 1984).

Entre os fatores negativos associados ao controle químico das populações de *Aedes* temos a falta de especificidade; podendo eliminar além do *Aedes* uma grande variedade de outros organismos, como seus inimigos naturais, microcrustáceos de água doce, larvas de libélulas e de *toxorhynchites* (Dias, 1992). Segundo Cruz (2001) um trabalho realizado em Cuba mostrou que cerca de 49% da população acreditava que os focos de *Aedes aegypti* vinham de tanques que eram utilizados para armazenar água. Segundo esta população esses tanques se mostravam

necessários devido a falta de água. As pessoas relatavam ainda que derramavam os depósitos tratados com temefós por conta da areia que ficava no fundo dos recipientes e alguns acreditavam que esta água não seria para beber devido ao sabor e cheiro. Mesmo com água corrente as pessoas mantinham os tanques para que o temefós sedimentasse e pudessem usar a água (Cruz, 2001).

Dentre outros fatores se destacam a seleção de cepas resistentes, os efeitos nocivos para saúde, o efeito corrosivo (que tem sido descrito como problema associado com alguns dos inseticidas químicos, fazendo com que seja necessário lavar freqüentemente os veículos e motores utilizados próximo dos inseticidas) e o custo elevado. Este último é um dos principais limitantes deste método em grande escala, pois implica no gasto muito elevado quando se soma inseticidas, equipamentos, combustível, mão de obra qualificada, além do Equipamento de Proteção Individual (Dias, 1992).

Estão sendo também estudadas alternativas econômicas, eficientes e ecologicamente compatíveis como a utilização de substâncias de origem vegetal; já que grande parte da literatura sugere um bom potencial desta forma de controle para insetos (Dias, 1992).

Várias pesquisas são desenvolvidas na área dos inseticidas químicos sintéticos devido a sua ação rápida e eficiente no controle de larvas de insetos; entretanto estes apresentam desvantagens como alta toxicidade para mamíferos e o meio ambiente (Arruda, 2003). Desta forma aumentam os estudos dos de origem botânica. Arruda (2003) realizou um trabalho com o objetivo de confirmar seu potencial e elucidar esse aspecto através de estudos histológicos e histoquímicos. Realizou um estudo do tipo caso-controle para determinar o efeito do extrato bruto da casca do caule da planta *Magonia pubescens* no tubo digestivo das larvas de 3º estágio. Foi feita uma análise progressiva com diferentes tempos de exposição para avaliar as alterações morfológicas. As alterações tóxicas foram observadas principalmente a nível do mesêntero e a partir de 4 horas de exposição. Quanto maior o tempo de exposição ao extrato maior foi o efeito nas estruturas internas das larvas confirmando o potencial deste extrato e evidenciando seu mecanismo de ação (Arruda, 2003). Os primeiros estudos fitoquímicos realizados para isolar frações larvicidas da *Magonia pubescens* foi realizado por Silva (2004). Foram realizados 5

bioensaios com controle para determinar CL₅₀ de CL₉₀ em condições de laboratório. Foi possível identificar 3,1 e 36,6 ppm, respectivamente (Silva, 2004).

Trabalho realizado por Silva (2001) analisou 30 plantas do cerrado através de prospecção de substâncias larvicidas. Das 30 plantas estudadas a *Magonia pubescens*, o *Paepalanthus speciosa* e a *Copaifera langsdorffii* apresentaram potencial larvicida, contudo o óleo da *Copaifera langsdorffii* foi o larvicida botânico mais promissor para uso no combate ao *Aedes aegypti*, dentre as espécies de plantas avaliadas (Silva, 2001).

Fernandes (2001) realizou experimento com o objetivo de avaliar, em condições de laboratório e de campo, o efeito inseticida do extrato aquoso de pimento-do-reino. Os grãos de pimenta-do-reino foram moídos até a condição de pó fino e misturados com 500 ml de água destilada. Posteriormente foi filtrado em papel filtro e armazenado na geladeira. Fernandes realizou testes com várias diluições utilizando larvas de 3º estágio. Estes testes foram feitos em recipientes com capacidade de 500 ml. As larvas foram expostas e observadas após intervalos de 2, 4, 8, 16 e 32 horas após a colocação dos extratos. Tanto nos depósitos do laboratório quanto nos de campo o extrato só obteve 100% de letalidade na concentração de 1.000mg/l (Fernandes, 2001).

Nos testes de campo, concluiu também que, quanto maior a concentração do extrato utilizado menor foi a postura de ovos nas ovitrampas. Desta forma, mesmo com uma letalidade de 100% a utilização deste extrato em programas de controle de *Aedes* está limitada devido a concentração diagnóstica para provocar mortalidade das larvas ser considerada muito alta; o que inviabiliza seu uso (Fernandes, 2001).

Cerca de 81 extratos etanólicos de plantas pertencentes a várias famílias foram submetidos a testes biológicos para verificação da atividade sobre larvas de *Aedes aegypti* (Omena, 2001). Destes extratos testados foram considerados ativos para larvas de *Aedes aegypti*, os da: *Annoma crassiflora* (casca da raiz, madeira da raiz e caule), *A. glabra* (semente), *A. muricata* (raiz), *A. squamosa* (folha, raiz e semente), *Derris sp* (raiz), *Erithrina mulungu* (casca do caule) e *Pterodon polygalaeflorus* (semente). O extrato etanólico das sementes do *P.*

polygalaefflorus apresentou atividade elevada com uma DL90 de 62,38 ppm. Visando avaliar a possibilidade de utilizar este extrato em programas de controle de larvas de insetos avaliou-se o extrato etanólico bruto do *P. polygalaefflorus* (semente) frente a outros organismos não alvo como crustáceo, artêmia salina, o mamífero *Mus musculus* e o peixe *Tilapia nilotica*. Uma concentração de 20 ppm foi letal para os peixes em 24 horas (Omena, 2001).

O rápido aumento da resistência do *Aedes aegypti* a vários inseticidas químicos e os possíveis danos causados por eles ao meio ambiente têm resultado na busca de novas alternativas de controle (Frederici, 1995). A tendência atual, então é restringir o uso de agentes químicos no controle do *Aedes aegypti* em depósitos de água que não podem ser eliminados ou não podem ser manejados (Paho, 1989). A luta contra os mosquitos vetores de doenças está crescendo de forma que se buscam a cada dia novas alternativas de controle, principalmente aqueles que empregam agentes biológicos (Borda, 2001). A perspectiva de uma longa convivência com o *Aedes aegypti* nos leva a racionalização do emprego de inseticidas.

1.7.1.2. Controle Mecânico

É a forma de controle ideal para depósitos domiciliares que não possam ser eliminados, já que não se utiliza componentes químicos, nem biológicos. O melhor exemplo de controle mecânico é a vedação de caixas d'água com tela de nylon, lona plástica ou com cimento. No caso de potes de barro pode ser sugerida a utilização de boinas ou toucas, dependendo da região. Esta alternativa está diretamente relacionada ao nível de envolvimento da população.

1.7.1.3. Controle Legal

O controle legal é aquele baseado em leis que são disponibilizadas aos profissionais da saúde, para que possam atuar em prol da saúde pública, em casos extremos (Brasil, 2002).

Quando o risco à saúde não caracterizar perigo público, o ingresso forçado, sem autorização judicial, deverá ser feito apenas nos casos de imóveis abandonados ou desabitados,

quando não se caracteriza o domicílio. Quando a ameaça à saúde pública constituir situação de perigo público, declarada como tal pelo gestor responsável pela execução das ações, com base na norma técnica, o ingresso forçado mostra-se possível, desde que observados os procedimentos formais nela estabelecidos. A situação de iminente perigo público será declarada pela autoridade sanitária mediante despacho motivado, precedido de procedimento administrativo com base em pareceres técnicos (Brasil, 2002).

1.7.1.4. Controle Biológico

O controle biológico é baseado no uso de organismos vivos ou seus produtos capazes de predação, competir, eliminar ou parasitar as larvas ou formas aladas do vetor; e isso já ocorre naturalmente no meio ambiente (Vector Control, 2000). Segundo alguns autores uma definição ampla de controle biológico envolve todas aquelas práticas que tendem a diminuir a incidência de doenças, desde que não se utilize o controle químico. Num sentido mais restrito é o uso de organismos antagonistas que interferem na sobrevivência e desenvolvimento das atividades do organismo alvo. Nas condições ambientais naturais estes organismos atuam naturalmente estando em equilíbrio dinâmico e, alguns fatores externos podem interferir nesta relação.

Se tem descritos vários mecanismos de atuação de antagonistas para controlar a espécie alvo; destacando-se a competição por alimento e espaço, o microparasitismo, a predação, indução de resistência, dentre outras. A competição mais comum é por nutrientes e espaço. O parasitismo se refere às situações em que um microorganismo parasita o outro. Consiste na utilização do patógeno como alimento pelo microorganismo. Um exemplo de parasitismo é a ação do ácaro *Tyrophagus putrescentiae* sobre mosquitos adultos, conforme trabalho de Serpa (2004.) Este ácaro se alimenta das estruturas internas dos mosquitos até que os mesmos morrem e a partir deste momento passam a ser utilizados como local de reprodução das fêmeas de ácaros grávidas (Serpa, 2004). A predação que é o processo no qual um organismo se alimenta de outro organismo alvo, tem sido muito importante como desenvolvimento de novas alternativas de

controle biológico. Além disso, o desenvolvimento do *Aedes aegypti* parece favorecer o uso de agentes biológicos; principalmente durante os estágios larvários, pois apresentam um ambiente restrito e normalmente reduzido. Este ambiente controlado favorece uma intervenção biológica.

Com a utilização de métodos que não impliquem no uso massivo de inseticidas, mas que sejam seletivos para espécies de importância para saúde pública, o controle biológico e os semioquímicos (substâncias químicas emitidas por plantas, animais e outros organismos, além de haver análogos sintéticos de tais substâncias; que induzem respostas comportamentais ou fisiológicas nos indivíduos da mesma espécie ou de outra) surgiram e apresentam grande potencial de uso (Vector Control, 2000; Rajagopalan, 1981).

Vários organismos foram testados como potenciais para uso em programas de controle de vetores na Índia, tendo sido identificados Nematódeos: *Romanomermis culicivorax*, *Romanomermis muspratti*, *Romanomermis iyengari*; fungos: *Coelomomyces*, *Lagenidium giganteum*, *Metarrhizium anisopliae*, *Entomophthora destruens*, *Culicinomyces clavosporus*; Bactérias: *Bacillus sphaericus*, *Bacillus thuringiensis israelensis* e Protozoários: *Nosema algerae*, *Pleistophora culicis*, *Stempellia milleri* (Rajagopalan, 1981).

Dentre os agentes de controle biológico em utilização em todo o mundo, os bacilos entomopatogênicos apresentam especial importância (Oms, 1988). A primeira menção à doenças em insetos causadas por este tipo de bactéria entomopatogênica (B.t.) data de 1902, quando Ishiwata, no Japão, descreveu uma bactéria esporulante que causava mortalidade em bicho da seda (*Bombix mori*). Em 1911, Berliner, na Alemanha, descreveu o mesmo tipo de bactéria atuando sobre as traças da farinha (*Anagasta kuhniella*) e, em 1915 a denominou de *Bacillus thuringiensis* (Habib; Andrade, 1986).

Em 1977 e em 1983 ocorreram descobertas marcantes, que ampliaram o espectro de utilização dos bacilos entomopatogênicos. No primeiro caso, Golbert e Margalit (1977) trabalhando com solos de Israel, encontraram uma estirpe de B.t, efetiva contra dípteros (culicídeos e simulídeos) que logo chamou a atenção por sua elevada potência larvicida e que foi batizada como *Bacillus thuringiensis subesp. israelensis* (Dias, 1992).

Produtos a base de *Bacillus thuringiensis* são comercializados há mais de 50 anos, com um mercado estimado em mais de 80 milhões de dólares ao ano (Oms, 1998). Previam-se que esta utilização poderia aumentar, seguindo à tendência mundial de diminuição do uso de inseticidas químicos; na medida em que legislações de proteção ambiental mais rigorosas fossem adotadas e produtos mais eficientes e baratos fossem sendo lançados e aprovados pela Organização Mundial da Saúde (OMS, 1988). Vários trabalhos já foram escritos no Brasil comprovando a eficiência e eficácia dos produtos a base de *Bacillus thuringiensis* para controle de larvas de culicídeos nos mais variados habitats e; nas mais variadas formulações (Andrade, 1991; Melo-Santos, 2001; Santos, 1994; Suarez, 1987; Lago, 1986). Segundo Luz (2001) existem diferenças significativas na duração do efeito residual quando comparadas formulações aquosas e granuladas e principalmente de marcas comerciais diferentes. Além disso a ação da luz interfere significativamente para reduzir este efeito larvicida (Luz, 2001; Regazzi, 2005).

Segundo Polanczyk (2003) a melhor alternativa para se evitar a seleção de resistência aos larvicidas e inseticidas é utilizar simultaneamente produtos com diferentes modos de ação, bioquímico e/ou fisiológico. Desta forma ele acredita que o *Bti* possa ser uma alternativa eficiente de controle devido a vantagens como segurança humana e baixo desenvolvimento de resistência (Polanczyk, 2003).

Segundo Dias (1992) existiriam, pelo menos, três causas que poderiam ser imediatamente apontadas como fortes limitantes para a utilização dos inseticidas bacterianos em grande escala. A primeira diz respeito aos custos, ainda elevados de produção, que se refletem em custos de utilização. Outra causa aparente para a baixa utilização dos biológicos é a sua especificidade, o que para a preservação do ambiente é uma grande vantagem. E um terceiro aspecto, também importante, é a baixa persistência do efeito larvicida dos produtos quando usados em campo, devido a influências ambientais, tais como temperatura, exposição ao sol, excessiva renovação de água, dentre outras (Dias, 1992).

O Departamento de Saúde Pública da Universidade da Luisiana, nos Estados Unidos, em parceria com o Departamento de Agricultura e alguns laboratórios estudaram no período entre

1950 e 1960 várias possibilidades acerca do uso do controle biológico de mosquitos vetores de doenças. Buscava-se naquela época agentes biológicos que fossem capazes de regular a densidade de mosquitos vetores de doenças. Ao fim das pesquisas concluíram que poucos pesquisadores poderiam questionar o papel de agentes biológicos ocorrendo naturalmente e regulando populações de mosquitos em seu ambiente natural (Chapman, 1985).

Segundo Mijares (2000), existe susceptibilidade do *Aedes* ao parasita *Romanomermis culicivorax*, principalmente nos estágios larvários mais novos e, em provas tanto de laboratório quanto de campo, sugerem que este parasita poderia constituir um bom candidato para ser utilizado no controle biológico do *Aedes* (Mijares, 2000).

Trabalho de Consoli et al (1984) avaliou a capacidade predatória do *Helobdella triserialis lineata* (Hirudínea: *Glossiphonidae*) sobre ovos, larvas e pupas de *Aedes fluviatis* e *Culex quinquefasciatus* (Diptera: *Culicidae*) em condições de laboratório. Além disso, ele determinou a influência da presença desses hirudíneos sobre o comportamento de oviposição das fêmeas das duas espécies de mosquitos. Nas condições do experimento, foi observada predação de larvas e pupas, porém não de ovos das duas espécies de dípteros e foi estatisticamente significativa a diminuição das desovas em depósitos com a presença destes organismos, no caso do *Culex* (Consoli, 1984).

Rosa (2001) demonstrou em um experimento realizado na Argentina a capacidade de insetos do gênero *Ranatra sp*, das famílias *Gomphidae* e *Aeschnidae* predarem larvas de *Culex sp* em condições de laboratório. A capacidade predatória média variou entre 12 e 26 larvas por dia (Rosa, 2001).

Nos últimos anos se realizaram vários estudos sobre o uso de copépodos (*Copepoda: Cyclopoidae*) como predadores de *Aedes aegypti*, indicando que estes animais teriam um potencial grande para o controle de mosquitos em várias regiões do mundo (Schaper, 1998; Dias, 1992).

No ano de 1989 Nam realizou um estudo experimental em 26 províncias do Vietnã com o objetivo de descrever capacidade de predação do *Mesocyclops (copepoda) micronecta (corixidae)* em beakers de 500 ml (Nam, 2000).

Estudo realizado em condições de laboratório no Ceará demonstrou que quatro diferentes espécies de *Mesocyclops* apresentavam potencial para serem utilizados como alternativa de controle biológico em alguns reservatórios domésticos (Kay, 1992).

Schaper (1998) realizou inquéritos para identificar o gênero de Copépodes mais comumente encontrado em rios e lagoas da Costa Rica e avaliar sua capacidade predatória para larvas de *Aedes aegypti*. A espécie mais encontrada foi o *Mesocyclops thermocyclopoides* que se mostrou capaz de predação de 7 larvas por dia. Além disso foi possível identificar através de técnicas de microscopia eletrônica que os copépodes lesionavam as larvas nos seus segmentos abdominais e sifão respiratório (Schaper, 1998).

Segundo Santos (1997) foi realizado um levantamento das espécies de Copépodes no Estado de São Paulo com o objetivo de descrever as espécies existentes e os que apresentavam potencial como predador de larvas de *Aedes aegypti* e *Albopictus*. Coletou-se amostras de 11 reservatórios naturais onde foi possível identificar as seguintes espécies de ciclopídeos: *Metacyclops mendocinus*, *Tropocyclops prasinus*, *Eucyclops sp.*, *Eucyclops serrulatus*, *Eucyclops solitarius*, *Eucyclops ensifer*, *Macrocyclus albidus var. albidus* e *Mesocyclops longisetus var. longisetus*. Todas estas espécies tiveram seu potencial larvívoro avaliado e esta capacidade variou de zero a 97,3%, em condições de laboratório. A espécie que apresentou maior capacidade foi o *Mesocyclops longisetus var. longisetus* e em segundo lugar o *Macrocyclus albidus var. albidus*. A partir destes resultados o estudo sugere ainda que os copépodes poderiam ser utilizados como controladores de mosquitos em larvitampas (Santos, 1997).

No que se refere à utilização de espécies larvívoras no controle dos insetos vetores de doenças, tais como malária, febre amarela e dengue, os peixes vêm sendo utilizados no mundo a muito tempo, principalmente nos criadouros naturais destes insetos (Who, 1986; Rojas, 2004).

Segundo Gerberich, mais de 250 espécies de peixes já foram testados como alternativa de controle de insetos no mundo (Gerberich, 1985).

Molloy (1924) descreveu na Nicarágua que peixes fluviais estariam sendo utilizados em barris, tinas, tambores e outros depósitos que acumulavam água da chuva para controlar larvas do mosquito transmissor da malária. Esta técnica teria sido introduzida pelos chineses durante no ano de 1905 e foi utilizada por tribos indígenas da América Central que observaram que nos depósitos que tinham peixes não existiam larvas e os outros estavam infestados. Essa talvez tenha sido a primeira descrição do uso de peixes larvófagos em larga escala para controle de larvas de mosquitos em depósitos para acúmulo de água (Molloy, 1924).

Esta alternativa é bastante difundida no mundo e várias espécies de peixe tem sido reportadas. Entretanto, um dos pontos mais críticos desta utilização é seu uso em depósitos de água potável; assim como qualquer outra alternativa de controle biológico.

Água potável, segundo definição do Ministério da Saúde, é a água para consumo humano cujos parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos atendem ao padrão de potabilidade e que não ofereça riscos à saúde. Chadee (1992) mostrou que a espécie de peixe *Poecilia reticulata* poderia ser considerada como um bom portador de bactérias como *Escherichia coli coli*, *Citrobacter freudi* e *Pseudomonas aeruginosa* (Chadee, 1992). Este autor acredita ainda que o controle biológico com peixes larvófagos seja desejável, entretanto deve-se ter cuidado ao usar estes agentes em água potável.

Segundo um manual produzido pela Organização Mundial da Saúde (2003) existem algumas características para uma espécie de peixe ser considerada como potencial para controle biológico; destacando-se preferência por predação de larvas de mosquitos, ser de tamanho reduzido, corpo alongado, ter agilidade, alta fecundidade, resistir bem ao transporte e armazenamento e não ser utilizada comercialmente como alternativa para alimentação humana (Who, 2003).

O fato de serem utilizadas espécies locais ou exóticas está diretamente relacionado as condições de cada país. A Organização Mundial da Saúde sugere que as espécies nativas

apresentam maiores vantagens devido principalmente já estarem adaptadas as condições locais. De certa forma isto sugere que caso as espécies exóticas se adaptem bem as condições locais não haveriam problemas para utilização, desde que não fossem introduzidos em reservatórios naturais (Who, 2003).

Segundo Koldenkova (1991) para se utilizar com êxito peixes larvófagos como alternativa de controle biológico de mosquitos deve-se conhecer, necessariamente, sua biologia. Por isso estudou a reprodução em cativeiro do peixe *Rivulus cylindraceus*. Eles eram capturados em águas salobras e canais próximos à Costa Cubana. Os testes de laboratório mostraram que as fêmeas reproduzem durante todo o ano, entretanto apresentam maior capacidade nos meses mais frios de dezembro, fevereiro e março (Koldenkova, 1991).

Gambusia affinis

Dentre os peixes larvófagos utilizados no mundo destacam-se algumas espécies de aquário tais como o peixe mosquito (*Gambusia affinis*), Gulpe (*Poecilia reticulata*) e o Cat fish (Vector Control, 2000). O *Gambusia affinis* tem sido utilizado como alternativa de controle biológico para mosquitos vetores da malária em áreas urbanas da Índia há muito tempo. No entanto, até 1997 haviam poucos trabalhos que relatassem a verdadeira operacionalização do uso do *Gambusia* em depósitos domiciliares. Sharma se propôs a determinar a capacidade e a eficácia do *Gambusia* como controle de vetores em vários tipos de depósito que acumulassem água. Os mesmos eram medidos, realizado cálculo do volume de água para definir o número de peixes a serem utilizados e media-se também a densidade larvária. Alguns trabalhos sugeriam que fossem utilizados entre 5 a 14 peixes/m³ de água, dependendo da tipo de reservatório; sendo estabelecida uma média de 10 peixes/m³ de água em grandes depósitos de água. A utilização do *Gambusia* não mostrou-se tão eficiente em reservatórios como: covas, barris, tambores e drenos; no entanto foi observado que a utilização do *Gambusia* em tanques e poços reduziu em 100% a densidade larvária de *Anofelíneos* e *Culicídeos*, após a terceira semana da sua implantação (Sharma, 1997).

O *Gambusia affinis*, que é nativo nos Estados Unidos tem sido introduzido na América do Norte e em regiões sub-tropicais como alternativa para uso em controle de larvas de insetos. Em

algumas cidades dos Estados Unidos o *Gambusia* vinha sendo utilizada mesmo com a existência de outras espécies nativas de peixes. Desta forma Nelson (1992) realizou estudo buscando comparar o potencial de uso do peixe do gênero *Fundulus* (família: *Cyprinodontidae*) que mostrava-se disperso nas lagoas da região com o *Gambusia affinis* que havia sido introduzido há vários anos em algumas lagoas. Este peixe mede entre 38 e 100 milímetros de comprimento e era bastante encontrado no rio Missouri e no Sul do Texas (Nelson, 1992). Os experimentos foram realizados utilizando três lagoas com *G. affinis*; três com *F. zebrinus* e outras três sem peixes, servindo como controle. Devido as altas infestações da região o controle foi tratado com larvicida *Bacillus thuringiensis var. israelensis*. As observações se deram por um período de seis semanas. As lagoas apresentavam entre 36 e 142m² de área, com uma infestação variando entre 19 e 33 larvas/m². Foram introduzidos aproximadamente entre 100 e 200 peixes/m² de área alagada em cada lagoa. Ambas as espécies apresentaram capacidade de controlar larvas de mosquitos não apresentando diferenças estatísticas significantes; o mesmo não ocorrendo em relação ao controle (Nelson, 1992).

O *Gambusia* não se adaptou bem no período invernososo devido a queda na temperatura da água e o *Fundulus* teve sua população reduzida na época de estiagem onde as lagoas perderam muita água. Os resultados deste trabalho evidenciam claramente o potencial do *Fundulus zebrinus* como alternativa de controle de larvas de insetos em condições naturais, entretanto não se estimou a quantidade de peixes necessários (Nelson, 1992). Devido à dificuldades na estocagem do peixe *Gambusia affinis* em baixas temperaturas da água na Califórnia tem-se utilizado a espécie *Orthodon microlepidotus* na proporção de 5 a 16 peixes/m² (Cech, 1987).

Segundo Dixit (1981) o *Gambusia affinis* é uma das espécies de peixe mais difundidas em todo o mundo e na Índia sua utilização tem sido incentivada para controle de larvas de mosquitos em lagos e lagoas. Para se validar este potencial no controle de larvas de mosquitos foram feitos 3 testes em tanques de cimento, tijolos e ferro; simulando as condições das lagoas da região. Os tanques de cimento mediam 9m x 3m x 2m e neles foram colocados 40 fêmeas e 10 machos do *Gambusia*. Este número de peixes seguiu experimentos realizados em 1964 e 1971 por Pandian e Beukema, respectivamente. Os tanques de ferro mediam 2,4m x 1,2m x 0,2m. Estes armazenavam água da chuva e neles foram colocados 3 fêmeas e 1 macho. No tanque de tijolo

que era redondo tinha 3m de diâmetro por 2,4m de profundidade e foram utilizados 6 fêmeas e 2 machos. Estes tanques eram naturalmente sujos e foram identificados diatomáceas, euglenas, paramécios e acinárias. O PH da água variou entre 6 a 8. O estudo foi acompanhado por um período de 8 meses onde os tanques eram monitorados quanto a presença de quaisquer tipos de larvas de mosquitos. Foi observado que os peixes se alimentavam predominantemente durante o dia, devido a temperatura mais elevada e a alta luminosidade e que durante o período de inverno eles permaneciam mais na superfície da água e se alimentavam menos. O *Gambusia* conseguiu sobreviver bem e reproduzir nos tanques e nenhuma larva foi detectada após sua introdução. Desta forma Dixit concluiu que seria recomendável a utilização do *Gambusia affinis* como potencial controlador de larvas em lagos e lagoas da região (Dixit, 1981).

Segundo experimento realizado por Gupta et al (1991) em condições de laboratório o *Gambusia affinis* tem capacidade de sobreviver em águas com salinidade de até 21 mg/litro com uma mortalidade de 50%. Uma concentração de 25 mg/litro foi capaz de matar 100% dos peixes em 48 horas. Este mesmo autor sugere a utilização desta espécie de peixe para controle de anofelíneos na Costa da Índia devido a grande salinidade das águas desta região (Gupta, 1991).

Grandes surtos de encefalites têm sido reportadas em distritos da Índia e seu principal vetor é o *Culex tritaeniorhynchus*, que se reproduz preferencialmente em águas poluídas, com esgotos domésticos. Em 1980 Mathur realizou um experimento para comparar a eficácia da utilização do controle biológico com o *Gambusia affinis* isoladamente e em consórcio com o larvicida Temefós. Duas áreas semelhantes foram selecionadas, sendo que na primeira foi feita semanalmente a aplicação de peixes e larvicida e a outra área serviu como controle. Foram utilizados cerca de 10 peixes por metro quadrado de área alagada na proporção de 10 fêmeas para cada macho; enquanto o larvicida foi utilizado na proporção de cinco quilos por hectare, que não se mostrou mortal para o *Gambusia*. A utilização exclusiva do peixe mantinha a redução larvária por apenas 4 semanas, mesmo o *Gambusia* se adaptando e reproduzindo nos alagados. Esta redução da eficiência, neste experimento, foi atribuída a grande quantidade de plantas aquáticas, zoo-plâncton, e a poluição da água. O experimento mostrou que o peixe quando utilizado em combinação com o larvicida Temefós apresentava maior eficiência do que quando utilizado

isoladamente; no entanto sugeria a aplicação semanal de larvicida, devido a grande poluição das águas (Mathur, 1981).

No início da década de 70 Legner testou algumas espécies do gênero *Cyprinodon* para que fossem utilizadas em substituição ao *Gambusia* em algumas regiões. Sugeriu ainda que fossem utilizadas 4 fêmeas desta espécie para cada macho (Legner, 1974).

A malária é um problema de saúde pública em Goa, Índia e os depósitos mais importantes para reprodução dos mosquitos vetores eram os poços, tanques, piscinas e fontes ornamentais. Desta forma Kumar (1998) estudou a possibilidade de uso em consórcio do *Bacillus thuringiensis israelensis* e da espécie de peixe *Aplocheilus blocki*. Foram utilizados 54.679 peixes em 2.556 poços, 3.248 em 173 tanques de grande volume, 3.100 em 7 fontes e piscinas; com uma proporção média de 5 peixes/m². A infestação no período estudado entre 1994 e 1995 decresceu significativamente e o uso do *Bti* em consórcio com o peixe *Aplocheilus blocki* contribuiu para uma redução mais acentuada da infestação (Kumar, 1998).

Experimentos realizados por Mittal (1994) comprovaram que os inseticidas utilizados comumente pelos programas de controle de vetores são letais para os *Poecilias* e este mesmo autor sugere o uso integrado do *Poecilia reticulata* com bioinseticidas como o *Bacillus thuringiensis israelensis* H-14, por apresentarem uma toxicidade muito baixa DL₅₀>100mg/litro (Mittal, 1994).

Bheema (1982) realizou um experimento durante 20 meses em 5 localidades na Casuarina, onde grande parte da população era de pescadores. Foi feito um levantamento de toda a área em torno de 1km ao redor das localidades e foram utilizados cerca de 50 peixes da espécie *Gambusia affinis* em cada cova da localidade. Foi realizada uma visita mensal para reposição dos peixes mortos ou retirados e, percebeu-se uma certa variação na mortalidade dos peixes durante a estação seca. A presença de poucas algas favoreceu a sobrevivência dos peixes; no entanto uma quantidade maior dificultava a predação. Nas covas onde havia mais exposição à luz solar o *Gambusia* se adaptou muito bem chegando a reproduzir melhor, quando comparado as covas que se situavam à sombra. Este estudo mostrou que o *Gambusia affinis* pode ser utilizado

eficientemente como forma de controle de mosquitos em covas. Foi concluído ainda que o custo desta forma de controle biológico seria desprezível se a comunidade fosse educada para freqüentemente colocar peixes nas covas sem que fosse necessário a visita do inspetor sanitário (Bheema, 1982).

Segundo Takagi (1995) a malária é endêmica na costa da Indonésia e um dos grandes problemas de saúde pública neste local, sendo o *Anopheles sundaixus* vetor primário. Foi realizado um experimento na Província de Sumatra, Indonésia onde a população sobrevive principalmente da piscicultura em tanques escavados no chão. Este experimento foi realizado entre os meses de julho e agosto de 1986. Foram selecionados 46 destes tanques de vários tamanhos e 200 a 300 *Tilápias sp* ou 100 *Ophiocephalus sp* foram introduzidos. Quatro tanques cavados situados à sombra, protegidos por palhas de coqueiros, foram selecionados para os experimentos e outros quatro próximos serviram como controle (7m x 10m x 2,5m) e a densidade larvária era monitorada semanalmente. Monitorou-se também salinidade da água, temperatura, quantidade de algas e intensidade luminosa. A redução na infestação foi bastante significativa quando comparados casos e controle ($p < 0.01$). A salinidade variou entre 3% a 7,5%. A média de temperatura foi de 31°C (Takagi, 1995). Os tanques com tilápias apresentaram resultados melhores que os de *Ophiocephalus* em relação a redução da infestação quando comparados entre si. A conclusão foi de que os peixes são eficientes como controladores da população de mosquitos nestes reservatórios reduzindo em 95% a infestação de larvas. Outro aspecto a favor destes resultados é que ambos os peixes são comercialmente encontrados facilitando sua utilização e esta alternativa tem custo reduzido. Entretanto se faz necessário um monitoramento mensal para atestar a sobrevivência dos peixes nos tanques (Takagi, 1995).

Na Nicarágua foram utilizadas as espécies *Gambusia affinis* e o *Heterandia formosa*, ambas encontradas largamente em lagos e lagoas da região. Após este início passou-se a utilizar uma outra espécie, também encontrado localmente, o *Poecilia sphenops*, que se mostrava bastante resistente ao transporte de uma região para outra. Esta espécie era conhecida localmente como Olomina e media aproximadamente 5 cm de comprimento. Os peixes eram capturados em pequenos rios e estocados em tanque de cimento, para que fossem domesticados, por um período de aproximadamente 3 dias. Posteriormente eram colocados em aquários para que as crianças se

acostumassem, o que reduzia a rejeição da população. Eram transportados em baldes plásticos com cerca de 300 espécimens e em longas viagens chegavam a uma mortalidade inferior a 25%. Apresentavam uma voracidade inigualável chegando a comer em torno de 200 larvas e reproduziam-se mais facilmente que o *Gambusia* (Molloy, 1924).

No campo eram utilizados entre 4 a 12 espécimens por depósito, dependendo da sua capacidade de armazenar água e no ano de 1919 foram estocados cerca de 300.000 peixes. Segundo Molloy nem todos os mosquitos foram eliminados, no entanto a infestação caiu expressivamente durante um período de um ano e meio, devido a utilização destes peixes em depósitos para acúmulo de água. Durante todo esse período não foi encontrado um depósito com larvas de mosquitos que tivesse peixe e o mais importante, segundo Molloy, foi que a população se apropriou desta alternativa de controle passando a cuidar dos peixes e repondo caso fosse necessário. Observou-se ainda que nos tanques de armazenamento em que identificava-se muitas algas a ação dos peixes era dificultada e de certa forma protegia as larvas da predação (Molloy, 1924).

Alguns especialistas ictiologistas, tem visto com preocupação a utilização de peixes em habitats naturais, onde eles não fossem nativos, por causa do possível dano potencial para estes ecossistemas e um possível sucesso prematuro da utilização do *Gambusia affinis* teria contribuído para que este método tivesse se espalhado rapidamente, sem alguns critérios. No início da sua utilização, especialistas chegaram a desincentivá-la, pois além do risco para o ecossistema ele também poderia esgotar os inimigos naturais dos mosquitos (Rupp, 1996).

Segundo Rupp a utilização do peixe *Gambusia affinis* como forma de controle biológico em plantações de arroz na Califórnia e na Índia apresentou um grande impacto no controle de algumas endemias, entretanto ele sugere que este método deva ser mais estudado quanto ao seu potencial risco/benefício, devido aos possíveis impactos adversos ao meio ambiente (Rupp, 1997).

O *Gambusia* foi a coluna vertebral do controle biológico em muitas partes do mundo durante um quarto de um século; quando então foram realizados estudos de custo/risco/benefício

para validar qualquer programa de controle biológico; onde concluiu-se que nenhum impacto adverso foi significativo para que não fosse recomendada a utilização do controle biológico com o peixe *Gambusia affinis*. No entanto, mais recentemente, vários realizaram pesquisas para comprovar se após a introdução do *Gambusia*, isso haveria provocado ou contribuído para que outras espécies de seres vivos nativos tivessem sido eliminados ou reduzidos em seus ambientes naturais, e foram identificadas algumas espécies eliminadas ou reduzidas; tais como o *Cyprinus carpio*, *Crenichthys baileyi*, *Cyprinodon calaritanus* e o *Gambusia gagei* (Courtenay 1989; Meffe, 1989; Lynch, 1991; Myers, 1965). Importante também que se mostrou que esse efeito foi sempre menor do que os efeitos provocados pela utilização de alguns larvicidas (Rupp, 1996).

Outra espécie de *Gambusia* com potencial larvófago é o *Gambusia holbrooki*. Sua primeira referência como alternativa para controle culicídeos foi em 1901 e 1905 no Hawai e nas Filipinas, respectivamente. Esta espécie tem dimorfismo sexual e a fêmea (5 a 6cm) tem o dobro do tamanho do macho. Foi considerada uma boa alternativa em ambientes urbanos em combinação com piretróides. Rodolfo (1997) sugere 50 peixes/m². Em outro teste este autor trabalhou com 2.318 peixes/hectares. Ele verificou que 1000 peixes pesavam aproximadamente 1quilo e desta forma sugeriu que fossem utilizados 0,6 a 1,7 quilos de peixes por hectare de área alagada (Rodolfo, 1997).

Aphaniur dispar

Frenkel testa o efeito da temperatura, salinidade e condições de reprodução para determinar a utilidade do *Aphaniur dispar* como alternativa de controle biológico. O mesmo sobrevive a variações de temperatura da água entre 18° e 37°C, com uma pequena diminuição da reprodução nos extremos de temperatura. O uso desta espécie larvófaga de peixe também foi sugerida como alternativa para controle de *Anophelineos* e *culicídeos* na Etiópia por Fletcher (1993) e Haas (1984).

O peixe *Aphanius dispar* (*Cyprinodontidae*) é encontrado na África, Arábia e Golfo Pérsico. Tolerava elevadas temperaturas, salinidade e poluição e é onívoro, mas mostrou preferência alimentar por larvas de insetos. Tem tamanho variando entre 3,2cm e 5,2cm e pesa

0,6g a 1,5g. Trabalhos de Fletcher (1992) mostraram que esta espécie é capaz de predação cerca de 207 larvas de *Anopheles* por dia. Este mesmo autor desenvolveu um estudo com duração de 12 meses para avaliar a capacidade do *Aphanius dispar* de controlar larvas de *Anopheles* em poços e depósitos domiciliares na cidade de Assad, Etiópia. Foram utilizados 5 espécimens por cada barril, 10 para cada cisterna e 20 para os poços. O peixe possibilitou um controle efetivo de larvas nos depósitos como poços e cisternas reduzindo de 32,8% para 0,5% a infestação, entretanto cerca de 30% dos peixes precisaram ser repostos mensalmente (Fletcher, 1992).

Em 1908 e 1928 o *Poecilia reticulata* e o *Gambusia affinis*, respectivamente foram introduzidos para o controle da malária em algumas regiões da Índia e devido ao seu sucesso Haq (1993) decidiu realizar um levantamento dos peixes que existiam na região e que poderiam apresentar potencial larvófago. A captura dos peixes ocorreu entre outubro de 1986 e novembro de 1987. Utilizou-se telas de malha fina e as capturas foram realizadas tanto de dia como pela noite em todos os rios, lagos e canais da região. Conseguiu-se coletar 35 espécies, de acordo com o quadro abaixo e todos os peixes capturados foram mantidos em água tratada por um período de 2 horas para aclimação e ambientação em laboratório.

<i>Aplocheilichthys panchax</i>	<i>Esomus danricus</i>	<i>Mystus vittatus</i>	<i>Chela labuca</i>
<i>Anabas testudinus</i>	<i>Chana ranga</i>	<i>Rasbora daniconius</i>	<i>Catla catla</i>
<i>Mastacembelus armatus</i>	<i>Puntios sophore</i>	<i>Wallago attu</i>	<i>Channa striatus</i>
<i>Mastacembelus pancalus</i>	<i>Channa gachua</i>	<i>Cirrhinus reba</i>	<i>Labeo rohita</i>
<i>Amblypharyngodon mola</i>	<i>Nandus nandus</i>	<i>Cirrhinus mrigala</i>	<i>Puntios ticto</i>
<i>Xenentodon cancila</i>	<i>Danio sp.</i>	<i>Clarias batracus</i>	<i>Chela bacaila</i>
<i>Lepidocephalichthys guntea</i>	<i>Labeo bata</i>	<i>Chana punctatus</i>	<i>Channa nama</i>
<i>Notopterus notopterus</i>	<i>Channa marulus</i>	<i>Puntios stigma</i>	<i>Colisa Fasciatus</i>
<i>Heteropneustes fossilis</i>	<i>Mystus seenghala</i>	<i>Puntius sarana</i>	

Fonte: Haq 1993.

Os testes de predação foram realizados com presença e ausência de plâncton para detectar preferências alimentares das espécies. A predação foi avaliada em depósitos com 5 litros de água

e com de 0,5 metro de diâmetro. Foram oferecidas a cada espécie de peixe 75 larvas de cada um dos quatro estágios e após 24 horas era feita a leitura. Este experimento foi repetido 5 vezes para cada espécie e para cada lote de 5 peixes havia um depósito como controle. Foi realizada uma estratificação entre os peixes que predavam mais de 100 larvas, entre 75 e 100, entre 50 e 75 e menos de 50 larvas por dia (Haq, 1993). Embora 24 das 35 espécies capturadas se alimentassem de algum número de larvas, muitas não seriam recomendadas devido ao tamanho, capacidade de adaptação aos depósitos domiciliares e pouca aceitação pela comunidade local. As espécies que apresentaram maior potencial larvófago foram o *Chela bacaila*, o *Puntios stigma*, *Rasbora daniconius*, *Colisa fasciatus* e o *Danio sp*; todos variando entre 2,5 a 6 centímetros de comprimento. Todas as espécies diminuíram a capacidade de predação quando foi introduzido plâncton nos depósitos e algumas apresentaram predileção por algum estágio larvar. No período invernos a predação decresceu para todas as espécies, devido as baixas temperaturas das águas e nenhum deles apresentava características de canibalismo o que favorecia seu armazenamento em vários ambientes (Haq, 1993).

Desta forma Haq considerou que dependendo do tamanho, tipo do depósito e da qualidade da água poderia ser sugerida uma espécie de peixe e que algumas espécies poderiam ser utilizadas como forma de controle biológico para larvas de insetos em programas integrados de controle (Haq, 1993).

Foi realizado um estudo na região de Kerala, na Índia onde foram coletados 34 espécies para serem testadas quanto ao seu potencial larvófago. Destas espécies apenas 10 (*Macropodus cupanus*, *Ophiocephalus striatus*, *Tilapia mossambica*, *Anabas testudineus*, *Etroplus maculatus*, *Etroplus suratensis*, *Trichogaster tricopteros*, *Amblypharyngodon microlepis*, *Aplocheilus lineatus* e *Osphronemus goramy*) apresentaram potencial (Jayasree, 1992).

Os peixes foram coletados de ambientes naturais (lagos e canais) e acondicionados separadamente em laboratório para aclimação por um período de 24 horas em baldes plásticos de 8 litros. Em cada balde era colocada 1000 larvas de 4º estágio, 5 plantas para servir de esconderijo para larvas e um espécime do peixe a ser testado. Após 24 horas as larvas eram retiradas e contadas. A espécie com maior capacidade predatória foi o *Tilapia mossambica* com

512 larvas de *mansonia* e o menor foi o *Amblypharyngodon microlepis* com 118 larvas. Entretanto quando foi dividido a capacidade predatória pelo peso e tamanho o maior consumo foi do *Ophiocephalus striatus* com 354 larvas/grama de peixe/dia e em segundo o *Macropodus cupanus* com 231 larvas/grama de peixe/dia. O *Trichogaster trichopteros* apresentou capacidade de predação de 139 larvas de *Culex*. Jayasree sugere que a espécie *Macropodus cupanus* é claramente a mais indicada como agente biocontrolador de larvas de *Mansonia* nesta região da Índia (Jayasree, 1992).

Na década de 70, no sudeste da Califórnia foram utilizadas duas espécies de peixes a *Tilapia mossambica* e a *Tilapia zillii*, principalmente em canais de irrigação, plantações de arroz, lagos, tanques e pequenas lagoas. Fatores que limitaram a utilização da *T. zillii* como alternativa de controle biológico foram a baixa temperatura da água no inverno e a não preferência alimentar desta espécie por larvas de mosquitos (Hauser, 1976).

Foi realizado por Fletcher (1993) um estudo entre os anos de 1985 e 1990 com o objetivo de identificar peixes nativos na Etiópia que pudessem ser utilizados como alternativa de controle para *Anofelineos*, transmissores da malária. Todos os reservatórios naturais, tanto permanentes como temporários foram investigados e os peixes foram capturados de várias formas, levando-se em consideração sua ecologia, quantidade encontrada e tamanho reduzido (Fletcher, 1993).

Foram identificadas 11 espécies larvófagas, das quais 5 já haviam sido reportadas anteriormente. As espécies foram *Alestes affinis*, *Aplocheilichtys antinorii*, *Alestes macrolepidotus*, *Aphanius dispar*, *Aplocheilichtys loati*, *Epiplatys spilargyreus*, *Micralestes sp.*, *Nannaethiops unitaeniatus*, *Nothobranchius sp.*, *Oreochromis niloticus*, *Oreochromis spilurus spilurus*. As espécies *Alestes affinis*, *Nannaethiops unitaeniatus* e *Nothobranchius sp.* não foram testadas devido ao pequeno número de espécimens capturados. Todos foram eficientes predadores de larvas de 4º estágio de *Anopheles* em condições de laboratório. A média de larvas predadas foi calculada em 4 dias consecutivos. Embora todos tenham se mostrado eficientes predadores, situações como a presença de plantas aquáticas diminuiriam esta capacidade nas condições naturais. Os tamanhos, pesos e capacidade predatória encontram-se no quadro 2 (Fletcher, 1993).

Espécie	Tamanho máximo	Peso máximo	Larvas predadas
<i>Aplocheilichtys antinorii</i>	6,56 cm	0,5 g	52,5
<i>Aplocheilichtys loati</i>	3,5 cm	0,28 g	50,5
<i>Aphanius dispar</i>	5,2 cm	1,5 g	230,5
<i>Oreochromis niloticus</i>	5,1 cm	1,8 g	144
<i>Oreochromis spilurus spilurus</i>	4,9 cm	1,1 g	291
<i>Alestes macrolepidotus</i>	5,2 cm	0,75 g	189
<i>Micralestes sp.</i>	4,9 cm	1,2 g	210,6

Fonte: Fletcher, 1993.

A partir de um convênio do Instituto de Medicina Tropical Pedro Kouri com o Centro Nacional de Parasitologia e Enfermidades Tropicais da Argentina no ano de 1998 foi possível identificar três espécies de peixes autóctones na Argentina que apresentaram elevada capacidade predatória em condições de laboratório. As espécies testadas foram o *Astyanax bimaculatus* (25 a 65mm), o *Pyrrhulina australis* (62mm) e o *Gymnogeophagus australis* (28 a 59mm). Estas espécies foram capazes de predação uma média de 655, 184 e 285 larvas, respectivamente (Gene, 1999)

Na Argentina, Borda (2001) realizou um estudo com o objetivo identificar em condições de laboratório a capacidade larvófaga de espécies de peixes autóctones sobre larvas de mosquitos. Realizou inicialmente uma pesca em vários rios da cidade de Corrientes onde identificou as espécies de peixe *Gymnogeophagus brasiliensis* e o *Cheirodon piaba*. A cada dia de experimento se acrescentava o número de larvas concluindo no final dos testes que a espécie *G. brasiliensis* que media aproximadamente 118 milímetros foi capaz de predação uma média de 630 larvas; enquanto a espécie *C. piaba* (20 mm) predou apenas 27 larvas de *Culex* por dia (Borda, 2001).

Na Somália peixes larvófagos são encontrados facilmente nos pequenos lagos e lagoas da região. Três espécies de peixes foram descritas, entretanto o mais comum é da família das Tilápias o *Oreochromis spilurus spilurus*. Com a situação atual da malária o uso de peixes

larvófagos parecia uma estratégia adequada, entretanto necessitava de um estudo para verificar a eficiência de algumas espécies de peixes, o interesse e a participação da comunidade local com esta alternativa de controle (Mohamed, 2003). Foi realizado um trabalho para determinar a resistência do peixe *Oreochromis spilurus spilurus* ao cloro, sua capacidade larvófaga em condições de laboratório e em campo, utilizando reservatórios como tanques de alvenaria. Após um período de 30 minutos dos peixes em exposição ao cloro com concentração de 1,5 e 2,0mg/L mostraram-se bastante irritados e após duas horas os que estavam em água com 2,0mg/L morreram. Na concentração de 1,5mg/L morreram após 3 horas. Nas concentrações de 0,5 e 1,0mg/L os peixes permaneceram sem alteração de comportamento e sobreviveram após 24 horas de exposição. Nos testes de predação em condições de laboratório a média de predação foi de 90%, variando entre 83% e 99%. Os peixes utilizados neste experimento pesavam entre 24 e 34,1 gramas. Na primeira entrevista, antes do experimento, 58,6% das pessoas aceitariam o uso dos peixes como alternativa de controle e após a intervenção este percentual subiu para 83,0%. Na parte de campo foram introduzidos peixes em 25 tanques e a maior redução foi de 78,6% do número de larvas e a menor foi de 16,5% com uma média de 52,8% (Mohamed, 2003).

Na região Oriental do Mediterrâneo foram identificadas espécies nativas com perfil para serem utilizadas como alternativa de controle biológico de larvas de mosquitos destacando-se o *Aphanius dispar*, *Aplocheilus panchax*, *Aplocheilus blockii*, *Aplocheilus lineatus*, *Nothobranchius patrizii*, *Nothobranchius cyaneus*, *Nothobranchius guentery*, *Nothobranchius microlepis*, *Oreochromis spilurus spilurus*, *Oreochromis niloticus*, *Oreochromis zillii*, *Puntios ticto*, *Puntios sophore*, *Rasbora daniconius*. Além destas espécies alguns peixes exóticos foram introduzidos como o *Gambusia affinis*, *Gambusia holbrooki* e o *Poecilia reticulata*. Aproximadamente 20 países da região utilizam estas espécies de peixe (Who, 2003).

Segundo Garcia, em algumas cidades Cubanas foram introduzidos *Poecilias* em lagoas para controle de *Culex quinquefasciatus* e após 2,5 meses não havia mais a presença de mosquitos e, os peixes haviam se reproduzido suficientemente para que fossem removidos para outros lugares (Garcia, 1991).

No México foram confirmados mais de 22.000 casos de dengue no período entre 1991 e 2000. Grande parte do problema se deve ao fato de que em algumas regiões o suprimento de água é inadequado fazendo com que as pessoas tenham que acumular água em tanques de cimento. Nesta região já se estudou a utilização de controle biológico, entretanto os organismos utilizados como os odonatas, copépodos e hemípteras não foram bem aceitos pela comunidade por não serem considerados familiares. Já os peixes pareciam ser aceitos sem restrição e eram utilizados por iniciativa da própria população (Martinez-Ibara, 2002). Desta forma, devido aos poucos trabalhos acerca da utilização de peixes larvófagos para controle de larvas em depósitos domiciliares Martinez (2002) desenvolveu um estudo no sentido de testar o potencial larvófago de peixes nativos em tanques de cimento. Foram testadas 5 espécies de peixes que eram encontrados facilmente na região: *Lepisosteus tropicus* (Lepisosteiformes: Lepisosteidae); *Astyanax fasciatus* (Cypriniformes: Characinidae); *Brycon guatemalensis* (Cypriniformes: characinidae); *Ictalurus meridionalis* (Cypriniformes: ictaluridae) e *Poecilia sphenops* (Cyprinodontiformes: Poeciliidae). Selecionou-se 5 cidades que não desenvolviam atividades de controle. Em cada uma das cidades foram escolhidos 60 tanques de cimento onde cada grupo de 10 tanques seria utilizado para uma espécie de peixe e outros 10 serviriam de controle. Estes tanques tinham aproximadamente 2 metros quadrados por 1 metro de altura. Utilizou-se 1 *L. tropicus* por tanque devido a sua grande agressividade; 10 *A. fasciatus*, 10 *B. guatemalensis*, 10 *P. sphenops*; e 2 *I. meridionalis* para cada tanque e quando os peixes morriam eram repostos (Martinez-Ibara, 2002). Inicialmente foi feito um levantamento da infestação nos tanques que variou entre 83,3% e 91,7% e a cada nova semana a infestação foi mensurada durante um ano. Grande parte dos peixes sobreviveu ao período do experimento. Em nenhum tanque com peixe foi detectado a presença de larvas, os tanques controle apresentaram uma infestação média de 80% e a população adotou a idéia de cuidar dos peixes garantindo sua permanência nos reservatórios. Desta forma, o controle com estas espécies de peixes foi considerada uma boa alternativa devido a redução da infestação, a simplicidade do método, a facilidade de execução e principalmente a grande receptividade da comunidade (Martinez-Ibara, 2002).

No período entre 1980 e 1981 houve uma grande epidemia de dengue na China o que fez com que se buscassem medidas alternativas para controlar o *Aedes aegypti* nos grandes reservatórios domiciliares de água. Dentre todas as alternativas de controle biológico o uso de

peixes larvófagos mostrava um grande potencial para operacionalização em programas de controle em larga escala. Entretanto, primariamente, todas as atenções estavam voltadas para a utilização de peixes do gênero *Gambusia* em plantações de arroz e canais da região. Desta forma Neng (1987) desenvolveu um projeto piloto no sentido de determinar a capacidade predatória do *Clarias fuscus* (Chinese cat fish) e seu potencial para utilização em larga escala, já que esta espécie era amplamente distribuída na região e mostrava-se bastante resistente a concentrações de cloro de até 4 mg/l (Neng, 1987). Um espécimen com peso entre 4 e 6 gramas foi capaz de predação 227 larvas de 4º estágio em 24 horas. Espécimes com aproximadamente 14 gramas predaram até 1000 larvas e os maiores com cerca de 40 a 50 gramas 1.500 larvas em 24 horas. Este peixe foi considerado uma boa alternativa, levando-se em conta que poucos depósitos domiciliares tinham capacidade de albergar mais de 200 larvas por dia. Posteriormente Neng desenvolveu um estudo experimental de campo em oito cidades da Costa, para avaliar seu potencial de utilização em larga escala. Inicialmente foi levantado o índice de infestação (Neng, 1987). O estudo foi feito entre os anos de 1981 a julho de 1982. Foram colocados peixes em 1324 depósitos e 1408 serviram como controle. Um mês após a introdução dos peixes foi realizada uma inspeção nos depósitos para medir a infestação. Não foi encontrada nenhuma larva nos depósitos com peixes, enquanto nos depósitos controle foram encontrados 43 com larvas de mosquitos gerando um índice de infestação de 3,5%. Caso o peixe não fosse encontrado no depósito a própria população solicitava que o serviço de controle viesse repor. Neng comparou ainda esta alternativa de controle com os outros métodos tradicionalmente utilizados e sugeriu que o uso de peixes era eficiente e apresentava um custo 15 vezes inferior a utilização de controle químico tradicional (Neng, 1987).

Vargas (2003) descreveu alguns pré-requisitos para que peixes pudessem ser considerados indicados como larvófagos dentre eles; ter preferência alimentar por larvas, ser de pequeno porte, ter agilidade, ser resistente ao confinamento, tolerante a altas temperaturas e variados níveis de PH, ser encontrado facilmente e apresentar grande capacidade de locomoção. Segundo Vargas, na Costa Rica já foi descrito um certo impacto ecológico negativo com a introdução *do Gambusia affinis* em lagos naturais devido a predação de outras espécies de peixes, anfíbios e microcrustáceos (Vargas, 2003). Entretanto alguns peixes tem sido mais utilizados da família *Poeciliidae*, *Cyprinidae*, *Cyprinodontidae* e *Cichilidae*. Os gêneros mais comuns são *Gambusia*,

Tilapia, *Poecilia*, *Fundulus*, *Gasterosteus*, *Lucania*, *Aphanius* e *Panchax*. Em plantações de arroz o *Gambusia* tem sido a espécie mais utilizada devido a facilidade de adaptação em uma grande variedade de habitats com água salobra, temperaturas variando de muito baixas até 35°C, pouco teor de oxigênio e procriar com facilidade. A partir de capturas nos lagos da região observou-se outra espécie, o *Priapichthys annectens* (*Poeciliidae*) que demonstrou capacidade larvófaga de predação entre 40 e 85 larvas num período de 1.3 a 2.4 minutos. Foi também identificadas larvas de *Culex* no intestino destes peixes capturados nos lagos (Vargas, 2003). O *Poecilia gilli* (*Poeciliidae*) é uma das espécies de peixes mais comuns na Costa Rica e a partir de testes de laboratório realizados por Vargas determinou-se que esta espécie seria capaz de predação de 10 larvas num período de até 67 segundos e os adultos predariam até 75 larvas em menos de 15 minutos. Neste país os peixes são distribuídos para comunidade e mantidos em aquários até que se tenha necessidade e introduzi-los nos reservatórios naturais de água da região (Vargas, 2003).

Segundo experimento realizado por Sharma, nos anos de 1978 a 1980, foram selecionados e estudados cerca de 28 espécies de peixes encontrados na cidade de Haryana, que poderiam apresentar potencial larvófago para controle biológico de mosquitos vetores de doenças. Eles foram agrupados de acordo com o comportamento e a área que ocupavam dentro da água; além de algumas características como; tamanho, olhos bem desenvolvidos e posição da boca. Características como agressividade, grande cobertura da área alagada, tamanho reduzido, olhos grandes e boca virada para cima foram considerados pontos importantes (Sharma, 1994). Foram realizados mais de 10 testes com cada espécie de peixe e eles foram, ainda, classificados como predadores de superfície, próximos à superfície, toda a área e predadores de fundo. Dos 28 peixes selecionados 8 espécies foram classificadas como predadores moderados de larvas e outras 16 espécies apresentaram baixa ou nenhuma voracidade à larvas de mosquitos. As 4 espécies que apresentaram alto potencial para serem predadores de larvas de mosquitos foram o *Puntius ticto*, *Colisa fasciata*, *Aplocheilichthys panchax* e *Rasbora daniconius* (Sharma, 1994).

Na cidade de Queensland a infestação por *Aedes aegypti* era mantida em poços, durante as longas estações secas, e Russel (2001) desenvolveu um experimento objetivando determinar o potencial larvófago de duas espécies de peixes o *Melanotaenia s. splendida* (+/- 6.2cm) e *Craterocephalus s. stercusmuscarum* (+/- 5cm) em condições de laboratório. Antes do início dos

testes os peixes foram alimentados com ração durante 14 dias. A capacidade predatória foi avaliada utilizando-se depósitos com capacidade de 2,5 litros de água filtrada e para cada depósito com peixe havia outro servindo de controle. Colocava-se as larvas e 2 horas após era feita a leitura para contar larvas vivas e mortas. Este teste foi repetido 5 vezes para cada espécie (Russel, 2001). O *Craterocephalus s. stercusmuscarum* não apresentou bons resultados devido principalmente a pouca capacidade de sobrevivência ao transporte (60% de mortalidade). Os que sobreviviam não ultrapassavam 17 dias no laboratório, impondo limitações operacionais a utilização desta espécie. Já o *Melanotaenia s. splendida* apresentou bom potencial predatório demonstrando ser um promissor agente de controle biológico de larvas em poços (Russel, 2001).

Poecilia reticulata

Foi realizado um experimento nas cidades de Tiputa e Avarotu com o objetivo de descrever os hábitos do *Aedes aegypti*, além da aceitabilidade da população às formas de controle deste vetor. Antes do experimento foi feito um levantamento do número de depósitos existentes e da densidade de larvas, onde foram catalogados 201 cisternas com volume médio de 3.000 litros, 111 poços e 38 tambores de 200 litros. Destes, a maior infestação foi detectada nas cisternas. De acordo com a situação de cada depósito foi utilizado o peixe, a vedação com tela ou o larvicida (Lardeux, 2002). O *Poecilia reticulata* foi indicado para ser utilizado em poços abertos, buracos de água e lagoas de acordo com a recomendação do mesmo autor em 1992; já o controle mecânico era indicado para cisternas. Quando não fosse possível a utilização do peixe ou a vedação se fazia o tratamento químico com o larvicida Temefôs a 1%. O objetivo maior deste experimento foi prover controle de mosquito para um período de 6 meses sem intervenção adicional; uma meta que nunca havia sido alcançada em qualquer ambiente da Polinésia. O larvicida não apresentou um bom resultado devido a rejeição da população local. A vedação foi muito importante, no entanto houve um grande número de depósitos onde a população retirou a tela e não recolocou adequadamente; deixando exposto o depósito. Já a utilização do *Poecilia* foi satisfatória em grande parte dos reservatórios, onde ele se adaptou rapidamente e proliferava sistematicamente eliminando as larvas (Lardeux, 2002).

Estudo realizado por Koldenkova (1989) em Cuba demonstrou que mesmo alevinos bastante jovens da espécie *Poecilia reticulata* eram capazes de atuar como biorreguladores de larvas de mosquitos. Estes resultados foram obtidos após realização de dissecação e análise do conteúdo estomacal de alevinos capturados no rio Quibú (Koldenkova, 1989). Foi verificado também a partir de capturas mensais em lagoas da cidade de Havana, no período entre novembro de 1986 e maio de 1987, que o *Poecilia reticulata* reproduzia ininterruptamente com uma maior frequência de fêmeas grávidas no mês de abril (Koldenkova, 1990).

A espécie *Cubanichtys cubensis* parecia ser a única representante do gênero *Teleosteis* utilizada como alternativa de controle de larvas de *Aedes aegypti* em Cuba no período estudado. É encontrada comumente na região ocidental da ilha e possui amplas condições de ser utilizado como biorregulador de larvas de mosquitos (Contreras, 1991).

Betta splendens

Uma outra espécie exótica com grande capacidade de colonizar coleções d'água, mesmo aquelas com pouco teor de oxigênio e temperaturas elevadas, é o *Betta splendens*, conhecido na aquarofilia como peixe lutador siamês. Apesar dele já ser encontrado colonizando lagoas, córregos e pequenos riachos da periferia de Fortaleza, nenhum trabalho até o ano de 2000 sobre esta espécie, abordava seu comportamento larvívoro em criadouros artificiais de grande volume (Santana, 2001).

O *Betta splendens* é um peixe da família dos *Anabantídeos*, de origem Asiática, que foi introduzido na Europa em 1890 e chegou na América alguns anos mais tarde. É um peixe extremamente agressivo sendo conhecido popularmente como “peixe-de-briga”.

O *Betta* como todo *Anabantídeo* é também um *labirintídeo*, possui um órgão de respiração a mais que faz com que ele consiga sobreviver em águas pobres em oxigênio. O labirinto é um conjunto de capilares onde o sangue flui intimamente próximo com o ar efetuando as trocas gasosas. Ele apresenta também uma grande tolerância a altas temperaturas da água, em torno de 36°C. Estudos realizados em lagoas e rios na Tailândia demonstraram que o peixe *Betta*

splendens (Siamese fighting fish) era encontrado com mais frequência em locais com grande densidade de vegetação aquática, pouca quantidade de oxigênio dissolvido na água, altas salinidades e elevadas temperaturas. Sua densidade nestes locais chegava a 17 peixes/m², com igual proporção entre os sexos (Mullica, 2001).

O *Betta* apresenta algumas características que o tornam um excelente candidato ao controle biológico de larvas de mosquitos. Dentre elas, destacam-se o tamanho reduzido; boca virada para cima, são territorialistas e; principalmente sua grande agressividade que é própria da espécie.

Sabe-se que o tipo de reservatório com maior índice de infestação está diretamente ligado à área de estudo, à costumes e à tradições da referida área; pois em pesquisas realizadas em diversos locais no mundo demonstram ser diferentes os principais reservatórios para índice de infestação elevado. Um estudo realizado no ano de 1999 demonstrou que no Ceará os depósitos de grande volume apresentavam grande importância (Bezerra, 1999).

Testes realizados no Laboratório de Entomologia da FUNASA/CE no ano de 2000 demonstraram que o peixe lutador siamês (*Betta splendens*) tem uma capacidade predatória bastante expressiva, chegando a preda 500 larvas de *A. aegypti*, de terceiro estágio, num período inferior a 24 horas, em beakers de 2000 ml (Santana, 2001). Esta espécie também demonstrou uma tolerância acentuada a temperaturas elevadas, sobrevivendo à temperaturas de água até 35°C. Devido ao acima mencionado, foi desenvolvido um estudo para avaliar a capacidade do *Betta* como agente do controle biológico do *Aedes* nos criadouros artificiais mais importantes no domicílio (Santana, 2001). Após alguns meses em andamento do referido experimento; testes comprovaram a não alteração da qualidade da água e não houve reclamações quanto a sua palatabilidade por parte da população da área experimentada (Santana, 2001).

Em virtude do aumento no número de casos de dengue e pela necessidade de soluções alternativas para o controle do *Aedes*; a Secretaria de Saúde do Estado do Ceará incorporou o controle biológico com o peixe *Betta* como uma alternativa complementar nos municípios de

Fortaleza, Quixadá e Canindé, além de outros no interior do Estado, que se encontravam com altos índices de infestação (Pamplona, 2001).

Experimentos de predação e sobrevivência do *Betta* vinham sendo desenvolvidos no ano de 2001, quando um grande aumento no número de casos de dengue e um possível sucesso prematuro das pesquisas teriam contribuído para sua rápida difusão, fazendo com que o peixe fosse incorporado à rotina de controle; mesmo antes da conclusão dos experimentos (Comunicação pessoal, por Carneiro, E.W.B.). A pressão da população pela sua adoção como mais uma alternativa para deter a epidemia fez com que sua utilização se expandisse rapidamente chegando ao ano de 2002 a mais de 200.000 depósitos “peixados” em Fortaleza (Oliveira-Lima, 2003). Trabalho realizado em 2001 e 2002 no município de Canindé sugeriu uma grande eficiência da utilização do peixe *Betta splendens* em tanques de cimento ao nível do chão (Pamplona, 2004).

Esta grande popularidade fez com que vários municípios, no interior do Estado, também buscassem adotar esta alternativa de controle; gerando uma grande procura pelo peixe. Devido à dificuldades de reprodução em larga escala; em cativeiro, alguns municípios vinham capturar e até comprar estes peixes em Fortaleza. Com isso a oferta nas lagoas se mostrou insuficiente para grande demanda, levando à procura de outras espécies de peixe nos próprios municípios (Comunicação pessoal, EWBC).

O município de Sobral vem utilizando desde 2003 duas espécies de peixes ornamentais bastante conhecidas por sua agressividade e resistência: o *Poecilia sphenoff* e o *Trichogaster trichopteros*; ambos reproduzidos facilmente em cativeiro. O município de Russas vem utilizando, além do *Betta splendens* o *Astyanax fasciatus*, que é bastante conhecida na região com o nome de Piaba Rabo de fogo. Outro município que vem se destacando com a utilização do controle biológico é Pedra Branca, que utiliza o *Poecilia reticulata*, facilmente encontrado em riachos e lagoas da região.

Em relação ao *Betta splendens* existem centenas de artigos abordando sua beleza e agressividade. Segundo Damazio (1992) isto se deve, principalmente, ao fato desta espécie ter

sido a segunda domesticada e criada em cativeiro com o propósito de encantar aos olhos e lutar (Regan, 1910). A diferenciação sexual entre machos e fêmeas torna-se fácil, principalmente nos espécimens adultos. Se adaptam ao pH neutro, variando entre 6 e 8 e; são peixes ovíparos chegando a colocar de 100 a 400 ovos por postura, dependendo do tamanho e idade da fêmea. O macho se mostra extremamente agressivo, principalmente no período em que está tomando conta da prole. Tem origem no Sudeste Asiático. Pertencem a família: *Anabantidae* (*Anabantideo*) e chegam no máximo a 7cm de comprimento. Tem preferência pela temperatura variando entre 26° a 32°C; entretanto suportam temperaturas bem mais elevadas (Damazio, 1992; Santana, 2001).

O *Trichogaster trichopteros* (Pallas, 1770) é um *Anabantideo* e apresenta-se distribuído principalmente na Tailândia, Vietnã e Malásia. Atinge no máximo 15 centímetros de comprimento e os machos possuem a barbatana dorsal e a caudal mais pontudas que as fêmeas. Se adaptam bem a temperaturas entre 23 e 29°C e pH entre 6,5 e 7,5. É uma espécie ovovivípara e os machos que ficam com a responsabilidade de cuidar da prole. São onívoros.

O *Poecilia reticulata* (Regan, 1913) estava distribuído principalmente em Trinidad, Venezuela e norte/nordeste do Brasil. Atualmente encontra-se em todo o mundo, devido a dispersão para uso como alternativa de controle biológico de insetos vetores de doenças. São espécies ovovivíparas e as fêmeas são maiores chegando a 8 centímetros. Apresentam uma temperatura ideal entre 20° e 28°C e um pH entre 7,1 e 7,5. São onívoros e apresentam a boca virada para cima facilitando a alimentação na superfície da água. Tem de 40 a 70 alevinos por parto.

O *Poecilia sphenops* (Cuvier e Valenciennes, 1846) se apresenta em várias cores ao redor do mundo. Os machos são comumente menores chegando a 6 centímetros de comprimento enquanto as fêmeas podem chegar a 8 centímetros. Apresentam nadadeiras curtas e os machos apresentam a nadadeira dorsal maior. É encontrado na Venezuela, Colômbia, Panamá, Sul do México e Sul dos Estados Unidos em temperaturas variando entre 20° a 28°C e pH entre 7 e 7,5. Precisam de boa luminosidade e se adaptam bem a águas salinas e alcalinas. São onívoros, pacíficos e bastante ativos. A reprodução se dá forma fácil, entretanto são ovovivíparos com uma gestação de 5 a 10 semanas e com 30 a 100 filhotes por cria.

A Piaba rabo de Fogo tem o nome científico de *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819), pertencendo a família: *Characidae* (*Caracídeos*) e sub-família: *Tetragonopterinae*. Tem sua origem nas Américas e a portaria do Ministério do Meio ambiente de número 62-N, de 10 de junho de 1992 permite sua captura e comercialização em águas continentais brasileiras. É encontrado hoje desde a América Central até a Argentina, sendo conhecido por piabas no nordeste brasileiro (piaba rabo de fogo no Ceará) e matupiris na Amazônia. É uma das espécies mais abundantes no Rio Ceará-Mirim (Gurgel, 2004). Esta espécie sobrevive em águas com pH em torno de 7 e temperatura da água em torno de 24°C. Chega no máximo a 9 centímetros de comprimento. Apresentam o corpo lateralmente achatados, olhos relativamente grandes e boca na posição anterior. Exploram desde o fundo até a superfície dos reservatórios, mostrando preferência pelo meio nível de água. São bastante ativos e basicamente onívoros (Castro, 1997).

No ambiente natural a proporção entre os sexos parece não apresentar diferenças no Rio Grande do Norte, com uma variação entre 3cm a 9cm de comprimento. Segundo Gurgel (2004) se reproduz mais no período de novembro a janeiro, coincidindo com a elevação da precipitação pluviométrica (Gurgel, 2004). Segundo estudos de Schlz (2001) a *Astyanax fasciatus* é recomendada para uso em biomonitoramento da qualidade das águas e são consideradas catadores de colunas d'água capturando o alimento que vem na correnteza (Schlz, 2001; Fogaça, 2003).

O controle de vetores em uma concepção atualizada procura contemplar idéias de integração de métodos e estratégias. Entende-se dentro desse princípio que se devem trabalhar racionalmente diversos métodos dentro de um enfoque ecológico. A crescente demanda pela proteção ambiental tem incentivado a busca e adoção de métodos alternativos de controle. Assim, a utilização do controle biológico tem-se mostrado promissora, tanto pela segurança quanto pela eficiência que oferece e, principalmente, por ser alternativa viável economicamente e socialmente desejável.

O controle biológico não deve ser considerada a panacéia do novo século, entretanto deve ser considerado como uma chave para os novos programas integrados de controle de mosquitos,

principalmente pelo fato de ser factível em grande escala. É extremamente importante que seja incentivado em combinação com outras alternativas de controle e um dos principais motivos é a diminuição do impacto ambiental com uso de inseticidas. Outro fato motivador de estudos com intervenções biológicas é a necessidade de alternativas devido a tolerância e/ou resistência dos insetos aos inseticidas utilizados em saúde pública.

Desta forma pode-se utilizar organismos invertebrados, vertebrados, patógenos e parasitas; entretanto é importante que se possa garantir que o agente utilizado tenha uma fonte constante de fornecimento. Peixes como o *Oreochromis s. spilurus*, o *Poecilia reticulata*, *Aphanius dispar* e o *Menidia menidia* apresentaram bons resultados para controle de larvas nos Estados Unidos (Jones, 1990). Embora muitas espécies de peixes já tenham sido estudadas para utilização como alternativa de controle biológico no mundo, muitas situações peculiares locais precisam ser estudadas e outras espécies avaliadas quanto ao seu potencial larvófago (Jayasree, 1992).

Para o sucesso de um programa de controle biológico, como se trata de organismos vivos, mostra-se importante que sejam conhecidos também os mecanismos que regulam as interações bióticas e abióticas. Neste sentido tornou-se imperiosa, portanto, a necessidade de validar esta alternativa e testar outras espécies de peixes que possam contribuir de forma efetiva para o controle deste vetor. Desta forma o objetivo deste trabalho é avaliar o potencial das 5 espécies de peixe utilizadas como método de controle biológico de larvas de *Aedes aegypti* em grandes reservatórios artificiais e domiciliares de água.

2. OBJETIVOS

2.1. Geral

- ✓ Avaliar a capacidade de controlar formas imaturas do *Aedes aegypti* de 5 espécies de peixe que vem sendo utilizadas na rotina do Programa de controle da dengue no estado Ceará.

2.2. Específicos

- ✓ Descrever a história de utilização de peixes larvófagos como alternativa de controle do *Aedes aegypti* no Ceará
- ✓ Medir a capacidade predatória de formas imaturas do *Aedes aegypti*, de 5 espécies de peixe (*Trichogaster trichopteros*, *Poecilia reticulata*, *Poecilia sphenoff*, *Betta splendens* e *Astyanax fasciatus*);
- ✓ Determinar o número de larvas consumidas por grama de peso e por centímetros;
- ✓ Diferenciar o potencial predatório entre machos e fêmeas de cada espécie;
- ✓ Classificá-los como predadores de superfície, predadores de fundo ou predadores de toda a área;
- ✓ Avaliar a capacidade de sobrevivência em água clorada, das 5 espécies de peixe;

3. MÉTODOLOGIA

3.1. Testes de Predação

Os testes de predação foram realizados no Laboratório de Entomologia do Departamento da Saúde Comunitária da Universidade Federal do Ceará (UFC) em Fortaleza. Os peixes foram coletados em criadouros naturais ou fornecidos pelas Secretarias municipais de saúde e submetidos à uma quarentena de 15 dias em caixas d'água de 310 litros de capacidade. As caixas d'água são de fibra e permaneceram com tampas durante a execução dos experimentos.



A água utilizada saiu de um poço artesiano cuja análise realizada em janeiro de 2005 revelou a presença de 63,5mg/L de cloreto; 202,8 mg/L de $MgCaCO_3$; pH de 6,24; 18,3mg/L de Potássio; 59,7mg/L de Sódio; 285 mg/L de sólidos totais dissolvidos; 76,56mg/L de sulfato; 4,78ut de turbidez; uma concentração elevada de 12,35mg/L de nitrato e ausência de *E. coli* / 100ml.

Os experimentos de predação, para cada espécie de peixe, seguiram o protocolo descrito a seguir:

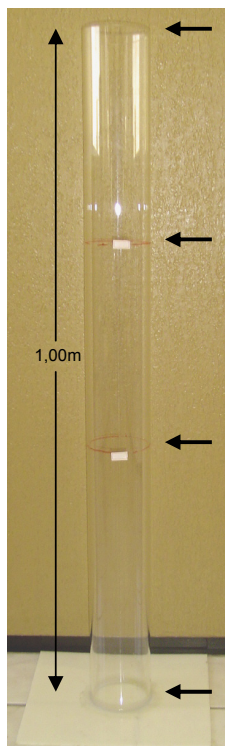
- ✓ Em cada experimento, foram utilizadas 8 caixas d'água de 310 litros. Destas, 4 com peixes e larvas e as outras 4 como controle, sendo 2 apenas com peixe e 2 com larvas;
- ✓ Colocou-se 100 larvas de 3º estágio em cada uma das 6 caixas. Depois de 24 horas, as larvas sobreviventes foram retiradas com auxílio de pesca larvas e contadas. Esta etapa do experimento foi repetida 5 vezes, em dias consecutivos;

- ✓ A cada nova semana foram acrescentadas mais 100 larvas diariamente até que a predação fosse inferior a 70% do total de larvas expostas ou atingissem o máximo pré-determinado de 500 larvas diariamente. Ao final calculamos o percentual médio de larvas predadas e larvas vivas;
- ✓ Este procedimento foi realizado com machos e fêmeas separadamente.

Todos os peixes utilizados foram medidos e pesados antes e depois de cada semana de testes com o objetivo de calcular o número de larvas consumidas por grama de peixe e por centímetros. Para isso utilizou-se uma balança digital marca GEHAKA, do modelo BG 200VP com capacidade máxima de 200g, mínima de 0,025g e $d=0,001g$. Para medição do tamanho dos peixes foi utilizado um paquímetro.



3.2. Observação da profundidade de Predação.

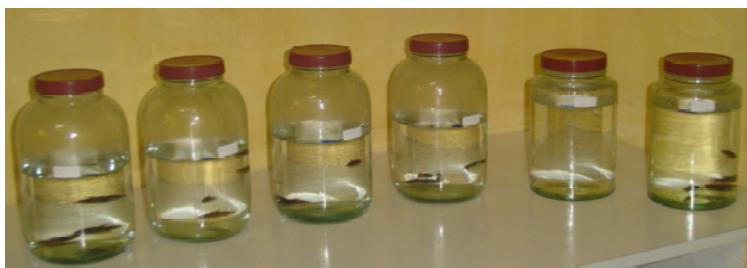


Depois de se conhecer a capacidade predatória das fêmeas e dos machos de cada espécie, observou-se a profundidade preferencial de predação daqueles que se revelaram bons predadores. Neste experimento, 6 espécimens de cada espécie e dos dois sexos foram submetidos a um jejum de 72 horas, após o qual foi oferecido um lote de 300 larvas. Durante 30 minutos, um observador registrou o local (Superfície, meio ou fundo do reservatório) onde cada larva foi predada. Utilizou-se um reservatório de vidro cilíndrico com 1 metro de profundidade. Esta observação foi filmada e posteriormente outro investigador analisou a filmagem sem tomar conhecimento da interpretação anterior.

O resultado final foi um consenso entre as duas observações independentes. Com este teste pretendeu-se determinar se as espécies testadas apresentavam preferências em relação a profundidade de predação.

3.3. Sobrevivência em água Clorada.

Observou-se a capacidade de sobrevivência dos bons predadores em água clorada, dentro dos limites das concentrações de cloro encontradas em águas providas pelos sistemas públicos de abastecimento. Estas concentrações foram obtidas adicionando-se hipoclorito de cálcio 65% à estoques de água destilada, no laboratório de Entomologia do Departamento de Saúde Comunitária da Universidade Federal do Ceará.



Segundo o artigo 13 da portaria nº 1.469 de 29 de dezembro de 2002 e portaria nº 518, de 25 de março de 2004, os depósitos que acumulam água devem conter, após uma desinfecção, um teor mínimo de cloro residual livre de 0,5mg/Litro, sendo obrigatório a manutenção de no mínimo 0,2mg/Litro. O teor máximo de cloro residual livre deve ser de 2,0mg/Litro. Em relação ao pH esta mesma portaria no seu artigo 16 determina que esteja entre 6,0 a 9,5.

Os espécimens de peixes foram submetidos a 4 diferentes concentrações de cloro, iniciando pela concentração mínima de (0,5mg/Litro, 1,0mg/Litro, 2,0mg/Litro e 4,0mg/Litro). Para isso foram utilizados beakers com capacidade de 3 litros, onde foram adicionados dois litros da água clorada em cada. Posteriormente os peixes foram introduzidos e o recipiente fechado. Para medir a concentração de cloro foi utilizado um aparelho digital da marca LaMotte.



Para cada espécie de peixe e cada concentração de cloro foram utilizados 6 beckeres, sendo 4 com água clorada e peixes, um com água clorada sem peixe e o sexto becker apenas com peixes sem adição de cloro; servindo, estes dois últimos, como controle. Em cada becker com peixes foram utilizados 5 espécimens, perfazendo 20 espécimens testados para cada concentração de cloro. Foi realizada observação durante as oito primeiras horas de exposição dos peixes e após 24 horas foi feita uma leitura final. Foi realizada ainda uma leitura da concentração do cloro com uma hora e após as 24 horas do experimento.

4. RESULTADOS

4.1. História do uso de peixes no Ceará

Tradicionalmente tem-se utilizado peixes larvófagos como umas das estratégias de controle de insetos vetores e, particularmente, do *Aedes aegypti*, desde as primeiras ações antivetoriais, no início dos século XX. Dentre os peixes larvófagos mais utilizados destacam-se o *Gambusia affinis* e o *Poecilia reticulata*. O *Gambusia affinis* foi estratégia central do controle biológico em muitas partes do mundo durante um quarto de um século. Em algumas regiões da Índia, devido ao sucesso desta espécie, buscou-se outras e dependendo do tamanho, tipo do depósito e da qualidade da água poderia ser sugerida uma espécie de peixe.

No México outras espécies de predadores foram testados entretanto os organismos utilizados como os Odonatas, Copépodes e Hemípteras não foram bem aceitos pela comunidade por não serem considerados familiares. Já os peixes pareciam ser aceitos sem restrição e foram utilizados por iniciativa da própria população. Em nenhum tanque com peixe foi detectado a presença de larvas, e a população adotou a idéia de cuidar deles garantindo sua permanência nos tanques. Desta forma foi considerada uma boa alternativa devido a redução da infestação, a simplicidade do método, a facilidade de execução e principalmente a grande receptividade da comunidade.

O peixe *Betta splendens* foi introduzido no final do ano de 1999 como alternativa de controle biológico do *Aedes aegypti* no Estado do Ceará. Esta espécie, de origem Asiática, é encontrada atualmente colonizando lagoas, córregos e pequenos riachos da periferia de Fortaleza (Santana, 2001).

Nenhum trabalho na literatura, até o ano de 2000, abordava seu comportamento larvófago em programas de controle vetoriais. O *Betta splendens* é uma espécie exótica com grande capacidade de colonizar coleções d'água, mesmo aquelas com pouco teor de oxigênio e temperaturas elevadas, sendo conhecido na aquarofilia, como peixe lutador siamês. É um peixe extremamente agressivo, denominado popularmente como "peixe-de-briga". O *Betta* apresenta

algumas características que o tornaram um excelente candidato ao controle biológico de larvas de mosquitos: tamanho reduzido; boca virada para cima, o que facilita a sua alimentação na superfície da água onde as larvas respiram; são territorialistas, ou seja, ficam vasculhando todo o território em busca de inimigos e, principalmente, sua grande agressividade, própria da espécie.

A partir de observações iniciais feitas pelo Técnico da Coordenação Regional do Ceará da Fundação Nacional de Saúde (Zolide Mota Ribeiro) não controladas, sobre a capacidade de predação de larvas do *Aedes aegypti* pelo *Betta*, foram realizados alguns ensaios laboratoriais pela Fundação Nacional de Saúde, com o apoio das Universidades Estadual e Federal do Ceará. Esses experimentos, em laboratório, mostraram que esta espécie seria capaz de predação até 500 larvas de *Aedes aegypti*, de terceiro estágio, num período inferior a 24 horas.

No ano de 2001, um grande aumento no número de casos de dengue e a divulgação dessas pesquisas na mídia, sobre a utilização do peixe *Betta* contribuiu para sua difusão entre o pessoal de campo do programa de controle e a população em geral. Rapidamente o peixe foi incorporado à rotina do Programa de Controle do dengue em Fortaleza. A pressão da população pela sua adoção como mais uma alternativa para deter a epidemia fez com que sua utilização se expandisse amplamente, chegando-se, ao final do ano de 2002, a mais de 200.000 depósitos domiciliares “peixados”, só em Fortaleza.



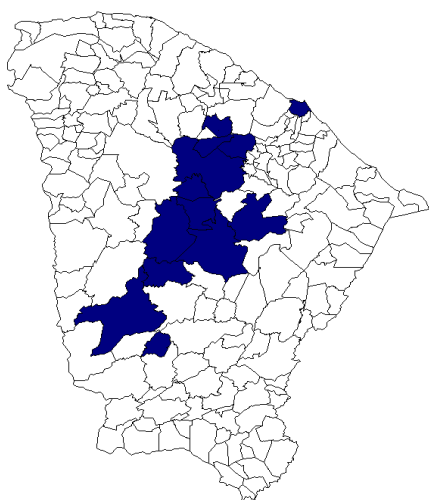
Figura 1.



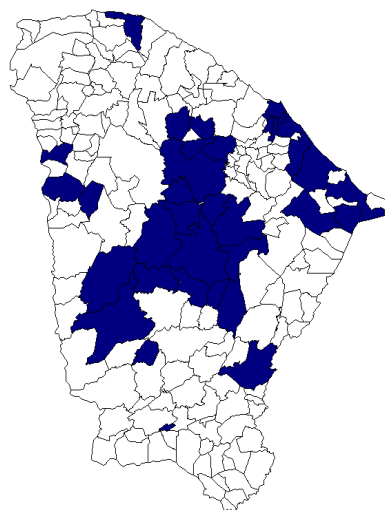
Figura 2.

Canindé, outro município do Estado do Ceará, também iniciou a utilização do *Betta* no ano de 2001, peixando 2.071 tanques de alvenaria, em substituição ao larvicida químico convencional Temefós. A infestação nestes depósitos caiu de 70,38% para 0,22%, no período de dois anos. A grande popularidade adquirida pelo *Betta* fez com que vários municípios do Estado do Ceará buscassem adotar esta alternativa de controle. Desta forma, no período 2000/2001 cerca de 10 municípios já tinham aderido ao uso de peixes larvófagos. Posteriormente este número aumentou para 34, 71 e 121 municípios, nos anos de 2002, 2003 e 2004, respectivamente. No ano de 2004 já havia 121 municípios que estavam utilizando, de rotina ou em caráter experimental, peixes em depósitos domiciliares de grande volume.

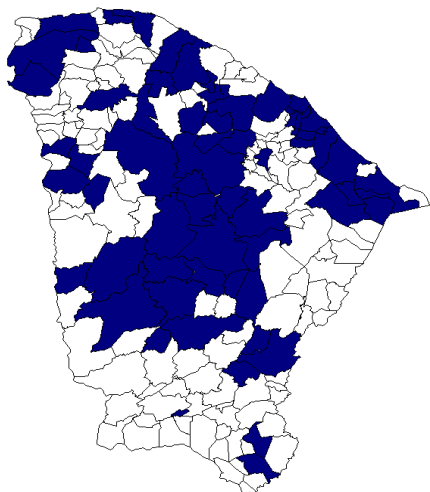
O número de depósitos peixados passou de 370.000 no início do ano de 2003 para mais de 710.000 no final de 2004. É importante destacar que destes 121 municípios apenas 18 vem capturar e/ou adquirir peixes na capital, Fortaleza. Todos os outros utilizam espécimens pescados na própria região e/ou reproduzem em cativeiros. Entre estes municípios, cinquenta e oito utilizam a espécie *Astyanax fasciatus*, cinquenta utilizam a espécie *Betta splendens*, 39 e 27 os *Poecilias reticulata e sphenops*, respectivamente e 8 municípios estão utilizando o *Trichogaster trichopteros*. Os municípios que de alguma forma utilizaram esta alternativa de controle encontram-se nos mapas abaixo.



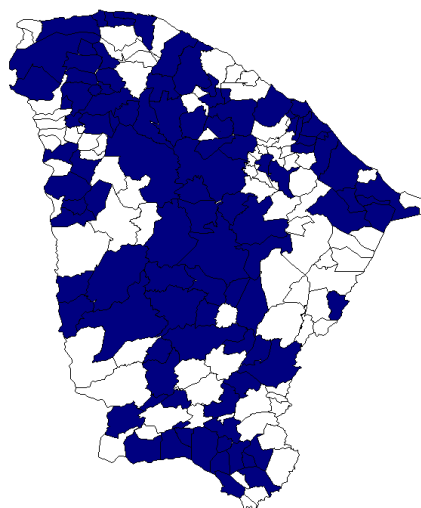
Mapa 2001



Mapa 2002



Mapa 2003



Mapa 2004

Espécies de peixe que vem sendo utilizados no Ceará



Betta splendens



Poecilia reticulata



Astyanax fasciatus



Poecilia sphenops



Trichogaster trichopteros

A experiência do Ceará sugere a utilização de apenas 1 espécimen do *Betta* por depósito com até 5.000 litros de água. Isso significa uma vantagem operacional do peixe *Betta* em relação a outras espécies utilizadas como larvófagas no controle do *Aedes aegypti*. Os trabalhos de Dixit (1981) sugerem 50 espécimens do *Gambusia* em tanques com capacidade para 5.000 litros. Sharma (1997) indica entre 5 a 14 espécimens do *Gambusia* por m³ de água, dependendo da tipo de reservatório. Molloy (1924) acredita que dependendo do depósito devem ser utilizados entre 4 a 12 espécimens do *Heterandia formosa* ou do *Poecilia sphenops*. Já segundo Martinez (2002), em tanques de alvenaria, deveriam ser utilizados 1 *L. tropicus*, 10 *A. fasciatus*, 10 *B. guatemalensis*, 10 *P. sphenops*; ou 02 *I. meridionalis*.

Um dos principais motivos da aceitação por parte da população e agentes de saúde é provavelmente, a forma espontânea com que a própria população se acostumou a utilizar esta alternativa de controle, principalmente por este processo ter se dado de forma natural. Entretanto, o controle biológico com peixes larvófagos não deve ser visto como uma nova panacéia, devendo

ser considerado apenas como uma das alternativas para os novos programas integrados de controle, principalmente pelo fato de ser factível em grande escala. Mostra-se extremamente importante que seja incentivado seu uso em combinação com outras alternativas de controle buscando principalmente uma diminuição do impacto ambiental com uso de inseticidas químicos.

4.2. Capacidade predatória

Em relação a capacidade predatória das 5 espécies foram utilizadas 45.000 larvas para as fêmeas da espécie *Betta splendens* em 5 semanas, 90.000 larvas para o *Trichogaster trichopteros*, 90.000 para o *Astyanax fasciatus*, 54.000 e 90.000 para os *Poecilias reticulata* e *sphenops* respectivamente, chegando no final dos experimentos ao número de 369.000 larvas de 3º estágio utilizadas.

Observou-se que as fêmeas da espécie de peixe *Betta splendens* atingiram quase que 100% da capacidade máxima determinada neste experimento ou seja, chegaram a predação até 500 larvas diariamente, conforme a tabela 1. Apenas uma fêmea utilizada não predou 15 larvas durante a 1ª semana.

Tabela 1. Capacidade predatória de fêmeas da espécie de peixe *Betta splendens*, para larvas de *Aedes aegypti* de 3º estágio, durante 5 semanas consecutivas, em caixas d'água de 310 litros.

Semanas	Caixas com Peixe			Caixas Controle		
	Larvas Expostas*	Larvas Sobreviventes		Larvas Expostas	Larvas Sobreviventes	
		Nº	%		Nº	%
Primeira	2.000	15	0,75	1.000	985	98,50
Segunda	4.000	0	0,00	2.000	1.975	98,75
Terceira	6.000	0	0,00	3.000	2.987	99,57
Quarta	8.000	0	0,00	4.000	3.895	97,38
Quinta	10.000	0	0,00	5.000	4.981	99,62

* Foram utilizadas 4 caixas d'água tendo sido ofertadas de 100 a 500 larvas por caixa/dia.

Em relação ao tamanho dos peixes observou-se uma média antes dos experimentos de 3,6 centímetros, chegando a 4,13 após as 5 semanas. Neste período os peixes submetidos a predação de larvas diariamente cresceram 0,53 centímetros enquanto que os controles cresceram apenas

0,10 centímetros. Esta espécie foi capaz de predar uma média de 406 larvas por grama de peso e um máximo de 523 larvas/grama.

Tabela 1.1. Tamanho das fêmeas da espécie de peixe *Betta splendens* após cinco semanas de experimento.

Crescimento Semanal	Antes	T1	T2	T3	T4	T5
Peixe 1	3,80	3,80	4,00	4,10	4,20	4,20
Peixe 2	3,50	3,70	3,70	3,80	4,00	4,00
Peixe 3	3,40	3,60	3,80	3,90	4,10	4,20
Peixe 4	3,70	3,80	3,80	4,00	4,00	4,10
Tamanho médio	3,60	3,73	3,83	3,95	4,08	4,13
Controle 1	3,60	3,60	3,70	3,70	3,70	3,70
Controle 2	3,90	3,90	4,00	4,00	4,00	4,00
Tamanho médio controle	3,75	3,75	3,85	3,85	3,85	3,85

Em relação ao peso as fêmeas do *Betta splendens* apresentaram um aumento expressivo chegando a 108,35% em relação ao peso no início dos testes de predação. Entretanto, os controles aumentaram apenas 0,027 gramas, o que de certa forma parece ser suficiente para garantir que os peixes sobrevivem sem a adição de alimentação extra nos reservatórios domésticos de grande volume. Em relação ao tamanho a fêmea do *Betta splendens* foi ainda capaz de predar um máximo de 125 larvas/centímetro.

Tabela 1.2. Peso das fêmeas da espécie de peixe *Betta splendens* após cinco semanas de experimento.

Peso semanal	Antes	P1	P2	P3	P4	P5
Peixe 1	0,776	0,928	0,930	0,942	1,108	1,189
Peixe 2	0,586	0,598	0,683	0,716	0,877	0,956
Peixe 3	0,468	0,554	0,610	0,885	0,910	1,133
Peixe 4	0,660	0,672	0,776	0,978	1,019	1,232
Peso médio	0,623	0,688	0,750	0,880	0,979	1,128
Controle 1	0,687	0,557	0,593	0,579	0,571	0,535
Controle 2	0,710	0,918	0,810	0,763	0,747	0,809
Peso médio controle	0,699	0,738	0,702	0,671	0,659	0,672

Em relação ao *Trichogaster trichopteros* foi possível observar que tanto machos como fêmeas apresentaram uma elevada capacidade de predar larvas de *Aedes aegypti* durante as 5 semanas de experimentos, de acordo com a tabela 2. A predação foi de 100% para ambos os sexos com uma mortalidade média das larvas controle em torno de 1,09%.

Tabela 2. Capacidade predatória de fêmeas e machos da espécie de peixe *Trichogaster trichopteros*, para larvas de *Aedes aegypti* de 3º estágio, durante 5 semanas consecutivas, em caixas d'água de 310 litros.

Semanas	Fêmeas			Machos			Controle		
	Larvas expostas*	Larvas sobreviventes		Larvas expostas	Larvas sobreviventes		Larvas expostas	Larvas sobreviventes	
		Nº	%		Nº	%		Nº	%
Primeira	2.000	0	0,00	2.000	0	0,00	1.000	974	97,40
Segunda	4.000	0	0,00	4.000	0	0,00	2.000	1.981	99,05
Terceira	6.000	0	0,00	6.000	0	0,00	3.000	2.990	99,67
Quarta	8.000	0	0,00	8.000	0	0,00	4.000	3.911	97,78
Quinta	10.000	0	0,00	10.000	0	0,00	5.000	4.993	99,80

* Foram utilizadas 4 caixas d'água tendo sido ofertadas de 100 a 500 larvas por caixa/dia.

Os machos foram capazes de predação um máximo de 200 larvas/grama enquanto as fêmeas chegaram a 188 larvas/grama. Em relação ao tamanho a capacidade máxima foi de 81 e 79 larvas/centímetro para machos e fêmeas, respectivamente.

O aumento médio do tamanho das fêmeas foi de 3,02% em relação a medida inicial, começando com 6,43 e atingindo 6,63 centímetros. Os peixes utilizados como controle cresceram apenas 0,78%, de acordo com a tabela 2.1.

Tabela 2.1. Tamanho das fêmeas da espécie de peixe *T. trichopteros* após cinco semanas de experimento.

Crescimento semanal	Antes	T1	T2	T3	T4	T5
Peixe 1	6,60	6,60	6,60	6,70	6,80	6,80
Peixe 2	6,80	6,90	6,90	7,00	7,10	7,20
Peixe 3	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30	6,20
Peixe 4	6,00	6,20	6,20	6,20	6,20	6,30
Tamanho médio	6,43	6,50	6,50	6,55	6,60	6,63
Controle 1	6,60	6,80	6,80	6,80	6,80	6,70
Controle 2	6,10	6,10	6,10	6,10	6,10	6,10
Tamanho médio controle	6,35	6,45	6,45	6,45	6,45	6,40

O peso das fêmeas manteve-se com uma variação muito pequena durante as 5 semanas, enquanto para os controles mostrou-se uma redução de aproximadamente 17% do peso inicial, conforme a tabela 2.2.

Tabela 2.2. Peso das fêmeas da espécie de peixe *Trichogaster trichopteros* após cinco semanas de experimento.

Peso semanal	Antes	P1	P2	P3	P4	P5
Peixe 1	3,462	3,473	3,517	3,368	3,368	3,631
Peixe 2	3,874	4,266	4,013	3,961	4,006	4,300
Peixe 3	2,747	2,796	2,553	2,480	2,546	2,503
Peixe 4	2,997	2,813	2,551	2,598	2,535	2,499
Peso médio	3,270	3,337	3,159	3,102	3,114	3,270
Controle 1	3,840	3,843	3,861	3,557	3,593	3,425
Controle 2	2,851	2,865	2,547	2,431	2,327	2,076
Peso médio controle	3,346	3,353	3,204	2,994	2,960	2,923

Em relação aos machos da mesma espécie observou-se um aumento superior a 5,7% no seu tamanho e 5,13% de aumento no peso, após as 5 semanas de predação.

Tabela 2.3. Tamanho dos machos da espécie de peixe *T. trichopteros* após cinco semanas de experimento.

Crescimento semanal	Antes	T1	T2	T3	T4	T5
Peixe 1	6,50	6,50	6,60	6,60	6,80	6,90
Peixe 2	6,60	6,70	6,70	6,80	7,10	7,20
Peixe 3	6,00	6,10	6,10	6,20	6,30	6,30
Peixe 4	5,90	6,00	6,10	6,10	6,20	6,40
Tamanho médio	6,25	6,33	6,38	6,43	6,60	6,70
Controle 1	6,40	6,50	6,50	6,50	6,80	6,70
Controle 2	6,00	6,00	6,00	6,10	6,10	6,20
Tamanho médio controle	6,20	6,25	6,25	6,30	6,45	6,45

Os controles cresceram 3,13% do seu tamanho inicial e diminuíram de peso em aproximadamente 11%, conforme as tabelas 2.3. e 2.4.

Tabela 2.4. Peso dos machos da espécie de peixe *T. trichopteros* após cinco semanas de experimento.

Peso semanal	Antes	P1	P2	P3	P4	P5
Peixe 1	3,263	3,375	3,485	3,520	3,368	3,695
Peixe 2	3,670	4,052	4,156	4,192	4,006	4,200
Peixe 3	2,540	2,593	2,654	2,702	2,546	2,653
Peixe 4	2,795	2,613	2,983	3,128	2,535	2,952
Peso médio	3,067	3,158	3,320	3,386	3,114	3,375
Controle 1	3,620	3,640	3,584	3,529	3,593	3,525
Controle 2	2,624	2,665	2,620	2,598	2,327	2,276
Peso médio controle	3,122	3,153	3,102	3,064	2,960	2,900

As fêmeas da espécie *Astyanax fasciatus* predaram 100% das larvas expostas durante as 5 semanas e a mortalidade média do controle ficou em torno de 0,92%.

Tabela 3. Capacidade predatória de fêmeas e machos da espécie de peixe *Astyanax fasciatus*, para larvas de *Aedes aegypti* de 3º estágio, durante 5 semanas consecutivas, em caixas d'água de 310 litros.

Semanas	Fêmeas			Machos			Controle		
	Larvas expostas*	Larvas sobreviventes		Larvas expostas	Larvas sobreviventes		Larvas expostas	Larvas sobreviventes	
		Nº	%		Nº	%		Nº	%
Primeira	2.000	0	0,00	2.000	0	0,00	1.000	995	99,50
Segunda	4.000	0	0,00	4.000	0	0,00	2.000	1.989	99,45
Terceira	6.000	0	0,00	6.000	0	0,00	3.000	2.964	98,80
Quarta	8.000	0	0,00	8.000	0	0,00	4.000	3.988	99,70
Quinta	10.000	0	0,00	10.000	300	0,30	5.000	4.926	98,52

* Foram utilizadas 4 caixas d'água tendo sido ofertadas de 100 a 500 larvas por caixa/dia.

Estas fêmeas cresceram aproximadamente 10,5% do seu tamanho inicial e aumentaram cerca de 37% do seu peso. Enquanto isso, os controles aumentaram 2% no tamanho, entretanto diminuíram cerca de 4% no peso, de acordo com as tabelas 3.1 e 3.2.

Tabela 3.1. Tamanho das fêmeas da espécie de peixe *Astyanax fasciatus* após cinco semanas de experimento.

Crescimento semanal	Antes	T1	T2	T3	T4	T5
Peixe 1	4,80	4,80	4,90	4,90	5,00	5,10
Peixe 2	3,80	3,80	4,00	4,20	4,40	4,50
Peixe 3	4,40	4,40	4,60	4,70	4,80	4,90
Peixe 4	4,00	4,10	4,20	4,30	4,50	4,50
Tamanho médio	4,25	4,28	4,43	4,53	4,68	4,75
Controle 1	5,10	5,10	5,10	5,20	5,20	5,20
Controle 2	4,20	4,20	4,20	4,30	4,30	4,30
Tamanho médio controle	4,65	4,65	4,65	4,75	4,75	4,75

Estas fêmeas foram capazes de predação até 452 larvas/grama de peso e um máximo de 111 larvas/centímetro.

Tabela 3.2. Peso das fêmeas da espécie de peixe *Astyanax fasciatus* após cinco semanas de experimento.

Peso semanal	Antes	P1	P2	P3	P4	P5
Peixe 1	1,289	1,356	1,427	1,361	1,485	1,782
Peixe 2	0,615	0,616	0,683	0,984	1,092	1,107
Peixe 3	0,906	0,838	1,031	1,110	1,585	1,693
Peixe 4	0,773	0,698	0,795	0,884	1,118	1,106
Peso médio	0,896	0,877	0,984	1,085	1,320	1,422
Controle 1	1,502	1,485	1,460	1,506	1,372	1,411
Controle 2	0,834	0,823	0,840	0,861	0,946	0,828
Peso médio controle	1,168	1,154	1,150	1,184	1,159	1,120

Em relação aos machos da espécie *Astyanax fasciatus* a predação foi de quase 100% restando apenas 0,30% das larvas a serem predadas, por um dos peixes, na última semana do experimento.

Os peixes que foram alimentados durante as 5 semanas apresentaram um aumento de mais de 10% do tamanho inicial, enquanto os controles aumentaram apenas 1,16%. Já em relação ao peso os alimentados aumentaram mais de 34%, enquanto os controles aumentaram pouco mais de 13%, segundo as tabelas 3.3 e 3.4 Estes aumentos tanto no peso como no tamanho dos controles sugerem mais uma vez que esta espécie também é capaz de sobreviver em depósitos domiciliares sem a adição de alimentação.

Tabela 3.3. Tamanho dos machos da espécie de peixe *Astyanax fasciatus* após cinco semanas de experimento.

Crescimento semanal	Antes	T1	T2	T3	T4	T5
Peixe 1	4,90	4,90	4,90	5,00	5,10	5,20
Peixe 2	4,10	4,20	4,40	4,50	5,00	5,10
Peixe 3	4,50	4,50	4,60	4,70	4,90	4,90
Peixe 4	4,40	4,40	4,50	4,60	4,80	4,80
Tamanho médio	4,48	4,50	4,60	4,70	4,95	5,00
Controle 1	4,20	4,20	4,30	4,30	4,30	4,30
Controle 2	4,30	4,30	4,30	4,30	4,30	4,30
Tamanho médio controle	4,25	4,25	4,30	4,30	4,30	4,30

Em relação a capacidade de predação em relação ao peso e ao tamanho, os machos do *Astyanax* foram capazes de predação um máximo de 349 larvas/grama e 102 larvas/centímetro.

Tabela 3.4. Peso dos machos da espécie de peixe *Astyanax fasciatus* após cinco semanas de experimento.

Peso semanal	Antes	P1	P2	P3	P4	P5
Peixe 1	1,313	1,320	1,336	1,445	1,852	1,875
Peixe 2	0,677	0,733	0,852	1,03	1,634	1,616
Peixe 3	1,090	1,119	1,120	1,107	1,422	1,431
Peixe 4	0,944	0,863	0,955	0,938	1,414	1,246
Peso médio	1,006	1,009	1,066	1,130	1,581	1,542
Controle 1	0,879	0,844	0,848	1,149	0,926	0,880
Controle 2	0,718	0,903	0,701	0,776	0,950	0,960
Peso médio controle	0,799	0,874	0,775	0,963	0,938	0,920

As fêmeas do *Poecilia reticulata* predaram 100% apenas na primeira semana de experimento, onde foram oferecidas 100 larvas diariamente. Chegaram à última semana com um percentual de 67,72% das larvas predadas. A mortalidade dos controles esteve sempre abaixo de 1%.

Tabela 4. Capacidade predatória de fêmeas e machos da espécie de peixe *Poecilia reticulata*, para larvas de *Aedes aegypti* de 3º estágio, durante 5 semanas consecutivas, em caixas d'água de 310 litros.

Semanas	Fêmeas			Machos			Controle		
	Larvas expostas*	Larvas sobreviventes		Larvas expostas	Larvas sobreviventes		Larvas expostas	Larvas sobreviventes	
		Nº	%		Nº	%		Nº	%
Primeira	2.000	0	0,00	2.000	235	11,75	1.000	994	99,40
Segunda	4.000	307	7,67	4.000	2.442	61,05	2.000	1.985	99,25
Terceira	6.000	858	14,30	-	-	-	3.000	3.000	100,00
Quarta	8.000	763	9,54	-	-	-	4.000	4.000	100,00
Quinta	10.000	3.228	32,28	-	-	-	5.000	4.975	99,69

* Foram utilizadas 4 caixas d'água tendo sido ofertadas de 100 a 500 larvas por caixa/dia.

Estas fêmeas cresceram aproximadamente 31,25 % a mais em relação ao seu tamanho inicial e aumentaram cerca de 208,7 % do seu peso. Enquanto isso, os controles permaneceram com a mesma média de tamanho durante todo o experimento e perderam pouco mais de 4% do seu peso inicial de acordo com as tabelas 4.1 e 4.2. Um fato que deve ser relatado é que durante a 3ª semana dos testes, quando estavam sendo oferecidas 300 larvas diariamente aos peixes uma das fêmeas utilizadas como controle teve oito filhotes. Esta fêmea já havia sido fecundada antes do início dos experimentos. Entretanto isso alterou muito pouco na sua variação de peso e não interferiu no seu tamanho, mesmo sem se alimentar durante as 5 semanas dos testes.

Tabela 4.1. Tamanho das fêmeas da espécie de peixe *Poecilia reticulata* após cinco semanas de experimento.

Crescimento semanal	Antes	T1	T2	T3	T4	T5
Peixe 1	2,60	2,70	2,80	3,20	3,30	3,60
Peixe 2	3,30	3,30	3,50	3,60	3,70	3,80
Peixe 3	3,40	3,50	3,60	3,80	3,90	4,20
Peixe 4	2,20	2,30	2,50	2,90	3,20	3,50
Tamanho médio	2,88	2,95	3,10	3,38	3,53	3,78
Controle 1	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20
Controle 2	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10
Tamanho médio controle	3,15	3,15	3,15	3,15	3,15	3,15

As fêmeas desta espécie foram capazes de predar um máximo de 456 larvas/grama de peso durante a segunda semana de predação.

Tabela 4.2. Peso das fêmeas da espécie de peixe *Poecilia reticulata* após cinco semanas de experimento.

Peso semanal	Antes	P1	P2	P3	P4	P5
Peixe 1	0,205	0,233	0,318	0,481	0,593	0,717
Peixe 2	0,332	0,433	0,622	0,75	1,040	0,938
Peixe 3	0,393	0,418	0,496	0,654	0,877	0,929
Peixe 4	0,172	0,126	0,249	0,382	0,516	0,822
Peso médio	0,276	0,303	0,421	0,567	0,757	0,852
Controle 1	0,405	0,328	0,311	0,3	0,339	0,328
Controle 2	0,373	0,243	0,245	0,36	0,302	0,412
Peso médio controle	0,389	0,286	0,278	0,330	0,321	0,370

Os machos da espécie *Poecilia reticulata* apresentaram uma baixa capacidade de predar larvas quando comparados com as outras espécies testadas. A capacidade de predação foi inferior a 90% já na primeira semana, com 100 larvas expostas diariamente e, na segunda semana foram capazes de predar menos de 40% das 200 larvas expostas diariamente.

Entretanto quando se avalia a capacidade desta espécie em comer larvas em relação ao seu tamanho e ao peso, é possível observar que os machos seriam capazes de predar até 307 larvas/grama de peso. Entretanto, os espécimens que foram utilizados neste experimento não ultrapassaram 0,300 gramas de peso. Em relação ao tamanho chegaram a predar 43 larvas/centímetro.

Tabela 4.3. Tamanho e peso dos machos da espécie *Poecilia reticulata* durante as 2 semanas de testes.

Crescimento semanal	Antes	T1	T2	Peso semanal	Antes	P1	P2
Peixe 1	1,90	2,10	2,10	Peixe 1	0,121	0,196	0,151
Peixe 2	2,10	2,10	2,30	Peixe 2	0,101	0,105	0,113
Peixe 3	2,20	2,30	2,40	Peixe 3	0,102	0,150	0,196
Peixe 4	2,10	2,30	2,50	Peixe 4	0,206	0,325	0,294
Tamanho médio	2,08	2,20	2,33	Peso médio	0,133	0,194	0,189
Controle 1	2,20	2,20	2,20	Controle 1	0,213	0,143	0,101
Controle 2	2,30	2,30	2,30	Controle 2	0,252	0,190	0,125
Tamanho médio controle	2,25	2,25	2,25	Peso médio controle	0,233	0,167	0,113

Em relação ao *Poecilia sphenops* foi possível observar que as fêmeas apresentaram capacidade de predação 100% das larvas que foram expostas durante as cinco semanas de experimentos. Os machos do *P. sphenops* só foram capazes de predação 100% até a segunda semana, enquanto foram oferecidas 200 larvas diariamente. A partir da terceira semana começaram a deixar larvas vivas chegando a predação ainda quase 80% das larvas expostas nas duas últimas semanas, conforme a tabela 5.

Tabela 5. Capacidade predatória de fêmeas e machos da espécie de peixe *Poecilia sphenops*, para larvas de *Aedes aegypti* de 3º estágio, durante 5 semanas consecutivas, em caixas d'água de 310 litros.

Semanas	Fêmeas			Machos			Controle		
	Larvas expostas*	Larvas sobreviventes		Larvas expostas	Larvas sobreviventes		Larvas expostas	Larvas sobreviventes	
		Nº	%		Nº	%		Nº	%
Primeira	2.000	0	0,00	2.000	0	0,00	1.000	978	97,80
Segunda	4.000	0	0,00	4.000	0	0,00	2.000	1965	98,25
Terceira	6.000	0	0,00	6.000	203	3,38	3.000	2960	98,67
Quarta	8.000	0	0,00	8.000	1.622	20,28	4.000	3902	97,55
Quinta	10.000	0	0,00	10.000	2.059	20,59	5.000	4795	95,90

* Foram utilizadas 4 caixas d'água onde foram ofertadas de 100 a 500 larvas por caixa/dia.

Em relação ao tamanho as fêmeas cresceram nas cinco semanas aproximadamente 5,3 % em relação ao tamanho inicial.

Tabela 5.1. Tamanho das fêmeas da espécie de peixe *Poecilia sphenops* após cinco semanas de experimento.

Crescimento semanal	Antes	T1	T2	T3	T4	T5
Peixe 1	4,20	4,50	4,50	4,50	4,50	4,60
Peixe 2	4,10	4,20	4,30	4,30	4,30	4,40
Peixe 3	3,90	3,90	3,90	4,00	4,00	4,00
Peixe 4	4,20	4,20	4,20	4,20	4,20	4,30
Tamanho médio	4,10	4,20	4,23	4,25	4,25	4,33
Controle 1	3,50	3,50	3,50	3,50	3,60	3,60
Controle 2	4,00	4,10	4,10	4,10	4,10	4,10
Tamanho médio controle	3,75	3,80	3,80	3,80	3,85	3,85

Em relação ao peso estas fêmeas ganharam aproximadamente 11,9 % quando comparada com seu peso médio inicial.

Tabela 5.2. Peso das fêmeas da espécie de peixe *Poecilia sphenops* após cinco semanas de experimento.

Peso semanal	Antes	P1	P2	P3	P4	P5
Peixe 1	1,911	1,739	1,610	1,774	1,815	1,659
Peixe 2	1,389	1,491	1,523	1,498	1,544	1,601
Peixe 3	0,879	0,980	1,289	1,118	1,322	1,233
Peixe 4	1,232	1,193	1,110	1,097	1,217	1,650
Peso médio	1,353	1,351	1,383	1,372	1,475	1,536
Controle 1	0,652	0,657	0,488	0,574	0,689	0,623
Controle 2	1,157	1,232	1,161	1,208	1,151	1,073
Peso médio controle	0,905	0,945	0,825	0,891	0,920	0,848

Os machos cresceram um pouco mais de 6,0 % em relação ao tamanho médio no início dos experimentos de predação.

Tabela 5.3. Tamanho dos machos da espécie de peixe *Poecilia sphenops* após cinco semanas de experimento.

Crescimento semanal	Antes	T1	T2	T3	T4	T5
Peixe 1	4,10	4,20	4,20	4,20	4,30	4,30
Peixe 2	3,70	3,70	3,70	3,70	3,70	4,00
Peixe 3	3,60	3,60	3,60	3,50	3,50	3,60
Peixe 4	2,80	2,90	3,00	2,90	2,90	3,20
Tamanho médio	3,55	3,60	3,63	3,58	3,60	3,78
Controle 1	3,60	3,60	3,70	3,70	3,70	3,70
Controle 2	3,60	3,60	3,80	3,70	3,70	3,80
Tamanho médio controle	3,60	3,60	3,75	3,70	3,70	3,75

Em relação ao peso destes espécimens foi possível observar que os mesmos aumentaram aproximadamente 20,3 % em relação ao peso médio inicial.

Tabela 5.4. Peso das fêmeas da espécie de peixe *Poecilia sphenops* após cinco semanas de experimento.

Peso semanal	Antes	P1	P2	P3	P4	P5
Peixe 1	1,165	1,253	1,517	1,428	1,505	1,317
Peixe 2	0,805	0,917	0,845	0,904	0,871	1,225
Peixe 3	0,919	0,795	0,840	0,508	0,435	0,527
Peixe 4	0,316	0,437	0,556	0,584	0,591	0,955
Peso médio	0,801	0,851	0,940	0,856	0,851	1,006
Controle 1	1,000	0,905	0,977	1,023	1,035	0,916
Controle 2	1,045	0,898	0,918	0,974	0,957	0,872
Peso médio controle	1,023	0,902	0,948	0,999	0,996	0,894

4.3. Observação da profundidade de predação

Em relação ao *Poecilia sphenops* foi possível observar que apresentaram uma característica de permanecer a maior parte do tempo juntos. Esta espécie mostrou clara preferência por se alimentar na superfície do reservatório. Durante o tempo de 30 minutos foi possível determinar sua permanência de 25 minutos (85%) do tempo na parte superior do reservatório, 10% na parte intermediária e apenas 5% do tempo no fundo. Chamou atenção o fato desta espécie não freqüentar o fundo do reservatório e apresentarem pouca mobilidade. Não apresentaram uma elevada voracidade, apesar da elevada capacidade predatória, devido provavelmente ao fato de não ser considerada agressiva. Além disso não predaram todas as larvas durante os 30 minutos em que foram observadas.

O *Poecilia reticulata* não apresentou a característica de nadarem juntos, nem se mostraram tão agressivos e vorazes; entretanto mostraram-se rapidamente adaptados ao reservatório. Movimentam-se lentamente e apresentaram ainda um deslocamento limitado, mostrando preferência pela permanência na superfície do reservatório a maior parte do tempo, 27 minutos (90%).

O *Trichogaster trichopteros* apresentou um comportamento bastante diferente em relação ao *Poecilia sphenops*. Esta espécie demonstrou grande voracidade conseguindo predação em torno de 60% das larvas nos 30 minutos de observação. Em relação ao local preferencial o *Trichogaster* permaneceu sempre entre o fundo e o meio do reservatório, indo a superfície rapidamente para respirar. Esta espécie, por ser um *anabantídeo* tem necessidade de ir a superfície com uma certa frequência para respirar. Este tempo variou entre 1 minuto e 10 segundos a 3 minutos e 50 segundos, com uma média de 2 minutos e 30 segundos entre uma subida e outra. O *Trichogaster* apresentou também a característica de uma grande mobilidade dentro do reservatório, não permanecendo juntos e mais de 90% do tempo entre o fundo e o meio do reservatório.

A espécie *Astyanax fasciatus* apresentou como características nadarem sempre juntos e uma intensa movimentação no reservatório. Além disso, observou-se que esta espécie demonstrou o hábito de permanecer mais de 95% no fundo do reservatório e, esporadicamente alguns espécimens foram até a superfície. Chamou a atenção o fato do *Astyanax* ter demonstrado uma elevada irritabilidade neste reservatório.

O *Betta splendens* que também é um *Anabantídeo* apresentou uma característica diferenciada, provavelmente relacionada a sua grande agressividade. Eles permaneceram inicialmente na parte superior do reservatório e posteriormente se deslocaram para o meio e fundo. Esse deslocamento sempre associado a quantidade de larvas ainda vivas, já que em 20 minutos todas as larvas haviam sido predadas. Demonstraram uma grande voracidade, não permanecendo juntos e subindo a superfície a cada minuto e meio para respirar.

4.4. Resistência ao cloro

Em relação à resistência do *Betta splendens* à exposição de cloro a tabela 6 mostra que a concentração de 0,5mg/litro foi suportada sem nenhum problema, entretanto quando esta concentração é aumentada para 1,00mg/litro a exposição inicial mostrou-se suficiente para que após um intervalo de 24 horas 15% dos espécimens expostos viessem a óbito. Quando esta espécie foi exposta à concentração de 2,00mg/litro observou-se uma letalidade de 30% após o período de observação de 24 horas. Na concentração de 4,00mg/litro apenas 40% dos espécimens

conseguiu sobreviver após 24 horas de exposição. Nenhum espécimen utilizado como controle morreu durante os experimentos.

Tabela 6. Percentual de sobrevivência do *Betta splendens** quando expostos a 4 diferentes concentrações de cloro, por um período de 24 horas.

Intervalo de tempo da exposição	Sobrevivência as 4 concentrações de cloro							
	0,50 mg/litro		1,00 mg/litro		2,00 mg/litro		4,00 mg/litro	
	Expostos	Controle	Expostos	Controle	Expostos	Controle	Expostos	Controle
1 hora	100,0	100,0	95,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
2 horas	100,0	100,0	90,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
3 horas	100,0	100,0	90,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
4 horas	100,0	100,0	90,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
5 horas	100,0	100,0	90,0	100,0	100,0	100,0	95,0	100,0
6 horas	100,0	100,0	90,0	100,0	100,0	100,0	90,0	100,0
7 horas	100,0	100,0	90,0	100,0	100,0	100,0	85,0	100,0
8 horas	100,0	100,0	90,0	100,0	100,0	100,0	65,0	100,0
24 horas	100,0	100,0	85,0	100,0	70,0	100,0	40,0	100,0
Total	100,0	100,0	85,0	100,0	70,0	100,0	40,0	100,0

* foram utilizados 20 peixes para cada concentração de cloro.

Em relação ao *Trichogaster* foi possível observar que tanto para concentrações de 0,5 como para 1,00mg/litro a sobrevivência após 24 horas de observação foi de 100%. Quando esta espécie foi exposta a 2,00mg/litro a sobrevivência após as 24 horas foi de 85%, entretanto quando a mesma espécie foi exposta à concentração de 4,00mg/litro, apenas 60% dos peixes suportou, apresentando uma mortalidade de 40% após 24 horas de exposição. Nenhum dos peixes utilizados como controle morreu durante as 24 horas de observação.

Tabela 7. Percentual de sobrevivência do *Trichogaster trichopteros** quando expostos a 4 diferentes concentrações de cloro, por um período de 24 horas.

Intervalo de tempo da exposição	Sobrevivência as 4 concentrações de cloro							
	0,50 mg/litro		1,00 mg/litro		2,00 mg/litro		4,00 mg/litro	
	Expostos	Controle	Expostos	Controle	Expostos	Controle	Expostos	Controle
1 hora	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
2 horas	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	90,0	100,0
3 horas	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	75,0	100,0
4 horas	100,0	100,0	100,0	100,0	95,0	100,0	75,0	100,0
5 horas	100,0	100,0	100,0	100,0	95,0	100,0	65,0	100,0
6 horas	100,0	100,0	100,0	100,0	95,0	100,0	65,0	100,0
7 horas	100,0	100,0	100,0	100,0	90,0	100,0	65,0	100,0
8 horas	100,0	100,0	100,0	100,0	90,0	100,0	65,0	100,0
24 horas	100,0	100,0	100,0	100,0	85,0	100,0	60,0	100,0
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	85,0	100,0	60,0	100,0

* foram utilizados 20 peixes para cada concentração de cloro.

O *Astyanax* apresentou uma sobrevivência de 95% à concentração de 0,50mg/litro, entretanto quando foi exposto a concentração de 1,00mg/litro a mortalidade na primeira hora de exposição foi de 50%, chegando ao final das 24 horas de exposição com apenas 10% dos peixes vivos. Em relação ao controle apenas 1 espécimen morreu durante os testes de sobrevivência.

Tabela 8. Percentual de sobrevivência do *Astyanax fasciatus** quando expostos a 4 diferentes concentrações de cloro, por um período de 24 horas.

Intervalo de tempo da exposição	Sobrevivência as 4 concentrações de cloro							
	0,50 mg/litro		1,00 mg/litro		2,00 mg/litro		4,00 mg/litro	
	Expostos	Controle	Expostos	Controle	Expostos	Controle	Expostos	Controle
1 hora	100,0	100,0	100,0	100,0	-	-	-	-
2 horas	100,0	100,0	50,0	100,0	-	-	-	-
3 horas	95,0	100,0	30,0	100,0	-	-	-	-
4 horas	95,0	100,0	20,0	100,0	-	-	-	-
5 horas	95,0	100,0	15,0	100,0	-	-	-	-
6 horas	95,0	100,0	15,0	100,0	-	-	-	-
7 horas	95,0	100,0	15,0	100,0	-	-	-	-
8 horas	95,0	100,0	15,0	100,0	-	-	-	-
24 horas	95,0	100,0	10,0	95,0	-	-	-	-
Total	95,0	100,0	10,0	95,0	-	-	-	-

* foram utilizados 20 peixes para cada concentração de cloro.

Em relação ao *Poecilia sphenops* foi possível observar que a exposição de 0,50mg/litro foi capaz de levar a morte 40% dos peixes, e quando foram expostos a concentração de 1,00mg/litro na terceira hora já havia morrido 70% dos espécimens expostos. Passado um período de 5 horas não havia mais nenhum espécimen vivo. Os peixes utilizados como controles sobreviveram durante as 24 horas de observação.

Tabela 9. Percentual de sobrevivência do *Poecilia sphenops** quando expostos a 4 diferentes concentrações de cloro, por um período de 24 horas.

Intervalo de tempo da exposição	Sobrevivência as 4 concentrações de cloro							
	0,50 mg/litro		1,00 mg/litro		2,00 mg/litro		4,00 mg/litro	
	Expostos	Controle	Expostos	Controle	Expostos	Controle	Expostos	Controle
1 hora	100,0	100,0	100,0	100,0	-	-	-	-
2 horas	100,0	100,0	90,0	100,0	-	-	-	-
3 horas	100,0	100,0	30,0	100,0	-	-	-	-
4 horas	95,0	100,0	5,0	100,0	-	-	-	-
5 horas	85,0	100,0	0,0	100,0	-	-	-	-
6 horas	85,0	100,0	-	100,0	-	-	-	-
7 horas	85,0	100,0	-	100,0	-	-	-	-
8 horas	85,0	100,0	-	100,0	-	-	-	-
24 horas	60,0	100,0	-	100,0	-	-	-	-
Total	60,0	100,0	00,0	100,0	-	-	-	-

* foram utilizados 20 peixes para cada concentração de cloro.

O *Poecilia reticulata* apresentou uma mortalidade de 60% na exposição à concentração de 0,50mg/litro e quando foram expostos a uma concentração de 1,00mg/litro a mortalidade foi de 100% após a terceira hora de exposição. Os controles sobreviveram durante as 24 horas de observação.

Tabela 10. Percentual de sobrevivência do *Poecilia reticulata** quando expostos a 4 diferentes concentrações de cloro, por um período de 24 horas.

Intervalo de tempo da exposição	Sobrevivência as 4 concentrações de cloro							
	0,50 mg/litro		1,00 mg/litro		2,00 mg/litro		4,00 mg/litro	
	Expostos	Controle	Expostos	Controle	Expostos	Controle	Expostos	Controle
1 hora	100,0	100,0	100,0	100,0	-	-	-	-
2 horas	95,0	100,0	70,0	100,0	-	-	-	-
3 horas	80,0	100,0	0,0	100,0	-	-	-	-
4 horas	80,0	100,0	-	100,0	-	-	-	-
5 horas	60,0	100,0	-	100,0	-	-	-	-
6 horas	55,0	100,0	-	100,0	-	-	-	-
7 horas	45,0	100,0	-	100,0	-	-	-	-
8 horas	45,0	100,0	-	100,0	-	-	-	-
24 horas	40,0	100,0	-	100,0	-	-	-	-
Total	40,0	100,0	00,0	100,0	-	-	-	-

* foram utilizados 20 peixes para cada concentração de cloro.

Os beckers utilizados como controles da concentração de cloro revelaram que após 1 hora, mesmo fechados, apresentam uma redução em torno de 40% desta concentração. Após as 24 horas do experimento esta concentração reduz para pouco menos de 50% da concentração inicial. Quando avaliamos esta concentração dos beckers com peixes observa-se que o *Betta splendens* parece consumir menos cloro que as outras espécies, enquanto as outras 4 espécies avaliadas reduzem o cloro a zero ou muito próximo. A temperatura da água durante os experimentos variou entre 26,9°C e 27,9°C, o que não deve ter interferido nesta avaliação.

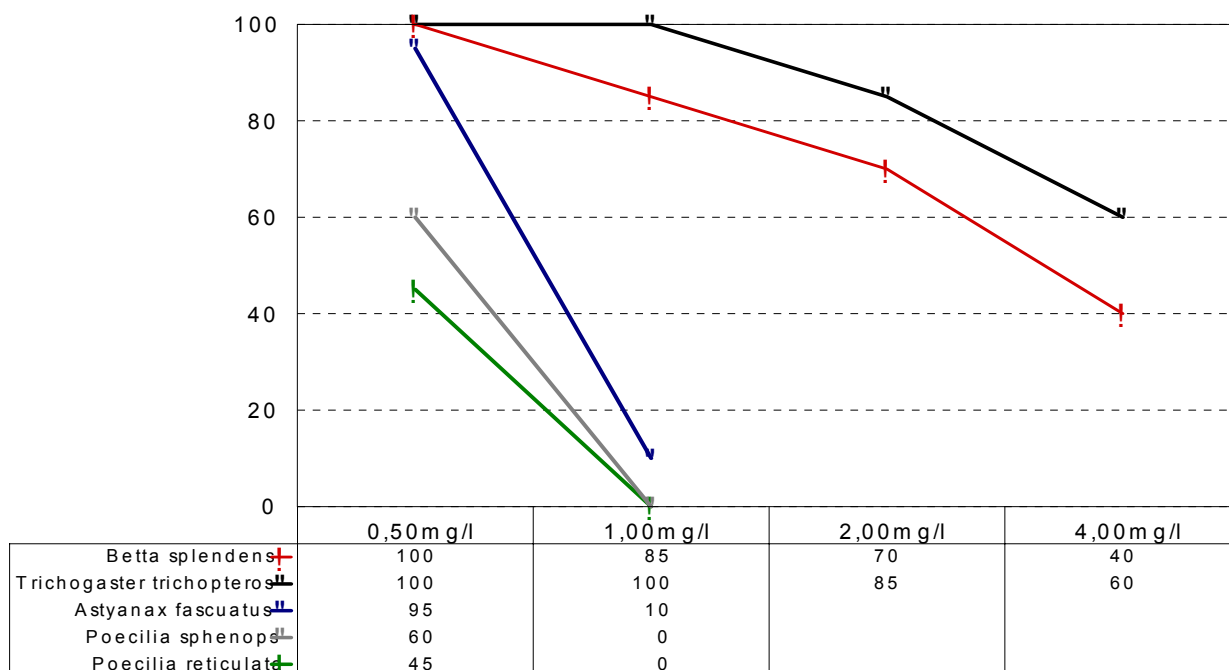
Tabela 11. Concentração residual média de cloro medida 1 hora e 24 horas depois da aplicação, segundo o tipo de experimento e a concentração inicial de cloro nos beckers.

Tipo de Experimento	Concentrações iniciais de cloro							
	0,5 mg/litro		1,0 mg/litro		2,0 mg/litro		4,0 mg/litro	
	Concentração depois de		Concentração depois de		Concentração depois de		Concentração depois de	
	1 H	24 Hs	1 H	24 Hs	1 H	24 Hs	1 H	24 Hs
BECKERS TESTE:								
<i>Betta splendens</i>	0,34	0,12	0,64	0,22	0,68	0,04	1,77	0,06
<i>Trichogaster trichopteros</i>	0,24	0,05	0,49	0,00	0,73	0,00	1,08	0,00
<i>Astyanax fasciatus</i>	0,24	0,00	0,35	0,00	-	-	-	-
<i>Poecilia sphenops</i>	0,27	0,01	0,51	0,00	-	-	-	-
<i>Poecilia reticulata</i>	0,27	0,00	0,51	0,01	-	-	-	-
BECKERS CONTROLES:								
<i>Betta splendens</i>	0,41	0,28	0,67	0,42	1,03	0,70	2,75	1,69
<i>Trichogaster trichopteros</i>	0,38	0,27	0,71	0,55	1,04	0,79	2,50	2,12
<i>Astyanax fasciatus</i>	0,33	0,25	0,73	0,46	-	-	-	-
<i>Poecilia sphenops</i>	0,34	0,24	0,57	0,50	-	-	-	-
<i>Poecilia reticulata</i>	0,30	0,25	0,55	0,43	-	-	-	-

Foi possível observar que o comportamento das espécies dentro do reservatório influenciou significativamente no consumo de cloro da água. A agitação dos peixes dentro do reservatório, provavelmente, contribuiu para um maior consumo do cloro residual como ocorreu com as espécies do *Trichogaster*, *Astyanax* e os dois *Poecilias*. Outro aspecto que chamou atenção foi o fato do *Trichogaster* apresentar uma elevada excreção de fezes, o que contribuiu significativamente para o maior consumo de cloro da água. O tamanho dos peixes parece não ter alterado a velocidade de consumo do cloro residual, pois espécies bem menores como o *Poecilia reticulata* foram capazes de consumir todo o cloro, da mesma forma que o *Astyanax fasciatus*. O *Betta splendens*, por apresentar-se sempre com pouca movimentação dentro do reservatório foi a espécie que menos consumiu o cloro.

O gráfico abaixo revela o percentual de sobrevivência das 5 espécies de peixes às 4 concentrações diferentes de cloro.

Figura 1. Percentual de sobrevivência de cinco espécies de peixe às quatro concentrações diferentes de cloro.



6. DISCUSSÃO

Gerberich (1985) estima que aproximadamente 250 espécies de peixes já foram testadas em vários países do mundo para serem utilizadas como alternativa de controle biológico de larvas de insetos (Gerberich, 1985). Ressalta-se que grande parte destes trabalhos abordou o controle tanto do *Culex* quanto de *Anofelíneos* sempre buscando alternativas de controle para reservatórios naturais.

Os peixes mais utilizados no mundo são o *Gambusia affinis* citado por Molloy (1924), Dixit (1981), Rajagopalan (1981), Mathur (1981), Bheema (1982), Gerberich (1985), Cech (1987), Gupta (1991), Rupp (1996), Sharma (1997), Rodolfo (1997) e Vargas (2003) e o *Poecilia reticulata* citado por Koldenkova (1989), Jones (1990), Garcia (1991), Chadee (1992), Mittal (1994) e Russell (2001). Além destas espécies outras como o *Oreochromis spilurus*, *Aphanius dispar*, *Heterandria formosa*, *Puntios ticto*, *Colisa fasciata*, *Rasbora daniconius*, *Clarias fuscus*, *Tilapia mossambica*, *Macropodus cupanus*, *Chela bacaila* já foram avaliadas como alternativa de controle biológico de larvas de mosquitos vetores de doenças.

Apesar dos poucos trabalhos na literatura científica que abordam a capacidade larvófaga dos peixes existe uma grande variação em relação ao número de larvas predadas pelas distintas espécies utilizadas. Isso se deve principalmente as diferentes metodologias utilizadas para mensurar esta capacidade.

Neng (1987) trabalhando com a espécie de peixe *Clarias fuscus* determinou que os espécimens com 4 a 6 gramas de peso consumiam 227 larvas em 24 horas, enquanto os espécimens com 14 gramas consumiam 1000 larvas e os peixes com mais de 40 gramas chegavam a predar cerca de 1500 larvas em 24 horas (Neng, 1987). Os trabalhos de Vargas (2003) apontaram que a espécie *Priapichthys annectens* (*Poeciliidae*) chegava a predar até 85 larvas em 2,4 minutos; enquanto o *Poecilia gilli* predava 10 larvas em 67 segundos e 75 larvas em 15 minutos. Este mesmo autor chama a atenção para o fato de que o *Poecilia gilli* tem uma grande capacidade de digerir as larvas consumidas fazendo com ele consiga predar um grande número de larvas diariamente (Vargas, 2003).

Jayasree (1992) fez um trabalho onde calculou o número de larvas predadas por grama de peso onde foi possível determinar que a espécie *Tilapia mossambica* apesar de preda 512 larvas de mansonias não representava uma maior capacidade do que o *Ophiocephalus striatus*, com 354 larvas/grama de peixe/dia. Outras espécies como o *Macropodus cupanus* e o *Amblypharyngodon microlepis* consumiram respectivamente 231 e 118 larvas/grama de peixe/dia. Neste mesmo estudo o *Trichogaster trichopteros* foi capaz de preda 139 larvas de *Culex quinquefasciatus* (Jayasree, 1992). Neste experimento realizado com larvas de 3º estágio de *Aedes aegypti* este mesmo *Trichogaster trichopteros* foi capaz de preda até 200 larvas/grama de peixe/dia. Acredita-se que esta diferença na capacidade de preda larvas nos dois estudos deve-se ao tamanho dos reservatórios utilizados para mensurar esta capacidade predatória. Além disso foram utilizadas larvas de *Aedes aegypti* em um e de *Culex quinquefasciatus* no outro, fato que de alguma forma pode interferir na predação.

Em relação ao tipo de depósitos onde se utilizam peixes larvófagos como alternativa de controle de mosquitos tem-se uma ampla gama de variedades, destacando-se os estudos de Molloy (1924), Dixit (1981), Rajagopalan (1981), Aatur-Rahim (1981), Neng (1987), Chadee (1992), Takagi (1995), Sharma (1997), Kumar (1998), Martinez-Ibara (2002), (Mohamed, 2003); e Pamplona (2004) utilizando tanques de cimento ou de outros materiais. Vários outros pesquisadores como Rajagopalan (1981), Neng (1987), Fletcher (1992), Kumar (1998), Russell (2001) e Lardeux (2002) trabalharam utilizando peixes em poços e cisternas. Entretanto, a grande maioria dos trabalhos com uso de peixes larvófagos é realizado em criadouros naturais como lagoas, lagos e pequenos riachos.

Segundo a OMS o número de peixes a serem utilizados depende da espécie, do tipo de depósito e da qualidade da água (Who, 2003). Os trabalhos de Dixit (1981) sugerem 50 espécimens do *Gambusia affinis* em tanques com capacidade para 5.000 litros de água, enquanto trabalho de Santana (2001) sugere um único espécimen do peixe *Betta splendens* para depósitos com até 5.000 litros de água. Outro trabalho na Somália sugeriam 5 peixes/m² de área alagada (Mohamed, 2003). Já Sharma (1997) sugere 10 espécimens do *Gambusia affinis* por m³ de água

em tanques e poços e aconselha entre 5 e 14 espécimens por m³ de água, dependendo da tipo de reservatório.

Molloy (1924) acredita que dependendo do depósito podem ser utilizados entre 4 e 12 espécimens do *Heterandia formosa* ou do *Poecilia sphenops*. Mohamed sugere ainda que a espécie *Oreochromis spilurus spilurus* deveria ser utilizada numa proporção de 1 peixe para cada 3 m² de área. Já segundo Martinez-Ibara (2002), em tanques de alvenaria, deveriam ser utilizados 1 *Lepisosteus tropicus*, 10 *Astyanax fasciatus*, 10 *Brycon guatemalensis*, 10 *Poecilia sphenops*; ou 02 *Ictalurus meridionalis* (Martinez-Ibara, 2002). Em tanques de alvenaria 1 único espécimen do peixe *Betta splendens* seria suficiente, segundo trabalho de Pamplona realizado no município de Canindé, Ceará (2004).

Molloy (1924) relatou que o *Poecilia sphenops* chegava a predar em torno de 200 larvas em 24 horas, entretanto não relata o tamanho nem o peso dos espécimens utilizados no experimento. Neste estudo o *Poecilia sphenops* demonstrou ser capaz de predar até 405 larvas/grama de peixe/dia. Segundo trabalho recente de Martinez-Ibara (2002), em tanques de alvenaria, deveriam ser utilizados 10 espécimens do *Poecilia sphenops*, entretanto após determinar a capacidade de predação desta espécie acredita-se que não seriam necessários tantos espécimens para se conseguir controlar uma população de larvas em depósitos como tanques.

Em relação ao *Poecilia reticulata* foi possível observar neste experimento que os machos apresentaram uma capacidade de predação bem maior que as fêmeas, de 779 e 342 larvas/grama de peixe/dia, respectivamente. Entretanto destaca-se o fato de os espécimens machos normalmente não atingirem 1 grama de peso o que faz com que os mesmos não cheguem a apresentar uma capacidade de predar tantas larvas diariamente. Trabalho realizado por Contreras (2004) mostrou que as fêmeas da espécie *Girardinus metallicus* apresentam uma capacidade larvófaga 3 vezes maior que as dos machos, chegando a predar uma média de 52 larvas de *Culex* por dia (Contreras, 2004).

Os trabalhos de Fletcher (1992) comprovaram que o peixe *Aphanius dispar* (*Cyprinodontidae*) é capaz de predar cerca de 207 larvas de *Anopheles* diariamente (Fletcher,

1992). Outro trabalho deste mesmo autor mostrou que as espécies *Aplocheilichtys antinorii*, *Aplocheilichtys loati*, *Aphanius dispar*, *Oreochromis niloticus*, *Oreochromis spilurus spilurus*, *Alestes macrolepidotus*, *Micralestes sp.* eram capazes de predar 52, 50, 230, 144, 291, 189, 201 larvas, respectivamente (Fletcher, 1993).

No trabalho de Santana (2001) foi observado que os espécimens macho do peixe *Betta splendens* foram capazes de predar até 500 larvas de *Aedes aegypti* de 3º estágio em menos de 24 horas (Santana, 2001). Como já havia referência aos machos desta espécie optamos por mensurar, neste estudo, apenas a capacidade das fêmeas do *Betta splendens*. As fêmeas testadas foram capazes de predar até 443 larvas/grama de peixe/dia, não devendo ser tão diferente dos machos por apresentarem aproximadamente o mesmo tamanho e peso. Em relação ao tamanho dos espécimens testados a fêmea do *Betta splendens* foi a que apresentou maior capacidade predatória sendo capaz de predar 125 larvas/centímetro de peixe em um dia e o macho da espécie *Poecilia reticulata* apresentou o menor capacidade larvófaga.

Trabalho de Martinez-Ibara (2002) sugere que deveriam ser utilizados 10 espécimens do *Astyanax fasciatus* em um cada tanque de alvenaria para controlar larvas de mosquitos. Neste trabalho esta espécie foi capaz de predar 500 larvas em 24 horas. Trabalho de Gene (2001) evidenciou a elevada capacidade predatória do *Astyanax bimaculatus* chegando a predar uma média de 655 larvas de *Culex*, variando entre 342 e 1000 larvas em 24 horas (Gene, 2001). Com isso, também acredita-se que não sejam necessários tantos peixes para controlar uma população de mosquitos em tanques. Neste mesmo estudo Gene demonstrou a capacidade do *Pyrhulina australis* e do *Gymnogeophagus australis* predando uma média de 134 e 285 larvas, respectivamente (Gene, 2001).

Foi possível determinar que a espécie *Trichogaster trichopteros* apresenta uma capacidade predatória máxima de 200larvas/grama e 80 larvas/centímetro. Em relação às outras espécies testadas, todas apresentaram as fêmeas com maior capacidade larvófaga quando avaliados peso e tamanho. A espécie com maior capacidade predatória em relação ao peso corporal foi a fêmea do *Betta splendens* com 523 larvas/grama, seguido das fêmeas do *Poecilia reticulata* e *Astyanax fasciatus* com 456 e 452 larvas/grama. Em seguida aparecem os machos do

Astyanax fasciatus, *Poecilia reticulata* e *Trichogaster tricopteros* com 349, 307 e 200 larvas/grama, respectivamente. No que se refere a capacidade larvófaga em relação ao tamanho da espécie mais uma vez a fêmea do *Betta splendens* foi a que apresentou maior capacidade predatória com 125 larvas/centímetro, seguida pelas fêmeas do *Astyanax fasciatus*, *Poecilia reticulata* e *Trichogaster tricopteros*; e o macho do *Astyanax fasciatus* e do *Poecilia reticulata* com 111, 102, 102, 80, 80 e 43, respectivamente.

O PH ideal para sobrevivência em cativeiro foi estabelecido entre 6 a 8 para as espécies *Gambusia affinis*, *Poecilia reticulata*, *Poecilia sphenops*, *Trichogaster tricopteros*, *Betta splendens* e o *Astyanax fasciatus* (Bheema, 1982; Mullica, 2001; Castro, 1997). Existem ainda relatos de que a presença direta do sol favorece a sobrevivência tanto do *Gambusia affinis* quanto do *Poecilia sphenops* e estas espécies suportariam águas com uma salinidade de até 21mg/litro de água (Bheema, 1982; Gupta, 1991). A temperatura ideal para sobrevivência dos peixes variou entre 20° a 29°C para o *Trichogaster* e *Astyanax fasciatus*, 20° a 28°C para os *Poecilias reticulata* e *sphenops*, 28°C a 36°C para o *Betta splendens*.

Em relação à concentração de cloro que pode ser suportada pelos peixes tem-se referências de Mohamed (2003) em que o *Oreochromis spilurus spilurus* resistiu a uma concentração de até 1mg/litro e Neng (1987) onde o *Clarias fuscus* suportou uma concentração de até 4mg/litro em condições de laboratório (Neng, 1987).

Os beckers utilizados como controles da concentração de cloro revelaram que após 1 hora, mesmo fechados, apresentam uma redução em torno de 40% desta concentração. Após as 24 horas do experimento esta concentração reduzia para menos de 50% da concentração inicial. Estes achados corroboram com os de Elas (2004) em El Salvador onde sugeriu que havia uma grande diferença na permanência do cloro na água quando os reservatórios utilizados encontravam-se abertos. Neste trabalho de Elas (2004) após um período de 4 horas da cloração da água os níveis de cloro já se encontravam muito próximos de zero novamente. Quando se observou esta concentração dos beckers com os peixes verificou-se que o *Betta splendens* parece consumir menos cloro que as outras espécies, enquanto as outras 4 espécies avaliadas reduzem o

cloro a zero ou muito próximo. A temperatura da água durante os experimentos apresentou uma variação muito pequena, em torno de 1°C; o que provavelmente não interferiu nessa avaliação.

Foi possível observar que o comportamento das espécies dentro do reservatório influenciou significativamente no consumo de cloro da água. A agitação dos peixes dentro do reservatório, provavelmente, contribuiu para um maior consumo do cloro residual como ocorreu com as espécies do *Trichogaster*, *Astyanax* e os dois *Poecilia*s. O tamanho dos peixes parece não ter alterado a velocidade de consumo do cloro residual, pois espécies bem menores como o *Poecilia reticulata* foram capazes de consumir todo o cloro, da mesma forma que o *Astyanax fasciatus*. O *Betta splendens*, por apresentar-se sempre com pouca movimentação dentro do reservatório foi a espécie que menos consumiu o cloro, provavelmente devido a esta pequena movimentação do recipiente.

Em relação à capacidade de sobrevivência dos peixes ao cloro observou-se que tanto os testes com o *Poecilia sphenops*, quanto com o *Poecilia reticulata* se aproximaram a sobrevivência encontrada por Elas (2004). Neste trabalho estas espécies não foram capazes de sobreviver a concentrações superiores a 0,500mg/litro. No trabalho de Elas (2004) realizado em El Salvador com o gênero de peixe *Poecilia sp.* Demonstrou-se que concentrações acima de 0,6 ppm eram 100% letais em até 4 horas de exposição. Nestes experimentos ainda que a concentração de cloro tenha se mostrado decrescente com o tempo, o dano provocado pela 1ª exposição à concentração de 0,6 ppm se mostrou irreversível para os peixes. (Elas, 2004). É importante salientar que o método utilizado nestes experimentos de Elas (2004) para medir o cloro foi qualitativo o que não pode garantir com precisão as concentrações encontradas (Elas, 2004). O *Astyanax* também não conseguiu sobreviver quando expostos à concentrações superiores a 0,50mg/litro.

Mohamed (2003) mostrou que a espécie *Oreochromis spilurus spilurus* suportava concentrações de até 1,00mg/litro (Mohamed, 2003). Já as espécies *Trichogaster trichopteros* e *Betta splendens* sobreviveram a concentrações de até 2,00mg/litro, sem mostrar nenhum desconforto. Os resultados desse trabalho apontaram para uma elevada capacidade de sobrevivência ao cloro por estas duas espécies, comparando-se aos trabalhos de Neng (1987)

onde mostrou que o peixe *Clarias fuscus* também suportava concentrações de até 4,00mg/litro (Neng, 1987).

Em relação ao tamanho observamos relatos de peixes com grande variação, entretanto mostra-se mais comum a utilização de espécies com tamanho reduzido. Destacam-se o *Aphanius dispar* chegando até 5,2 centímetros com 1,5 gramas de peso, segundo Fletcher (1993). Em outro trabalho realizado na década de 90 Fletcher (1993) avaliou as espécies *Aplocheilichtys antinorii*, *Aplocheilichtys loati*, *Aphanius dispar*, *Oreochromis niloticus*, *Oreochromis spilurus spilurus*, *Alestes macrolepidotus* e o *Micralestes sp.*; todos variando entre 3,5 e 6,6 centímetros de comprimento.

Mohamed (2003) trabalhou com o peixe *Oreochromis spilurus spilurus* pesando entre 24 e 34 gramas, podendo chegar até 72 gramas de peso (Mohamed, 2003). Nelson (1992) cita o peixe do gênero *Fundulus* e família *Cyprinodontidae* medindo até 10 centímetros. Outra espécie utilizada é o *Poecilia sphenops* que mede aproximadamente 6 centímetros e o *Poecilia reticulata* que chega a 8 centímetros. Já o peixe *Gambusia holbrooki* chega a atingir até 6 centímetros e as fêmeas atingem o dobro do tamanho dos machos da mesma espécie, segundo Rodolfo (1997).

Haq (1993) estudou as espécies *Chela bacaila*, o *Puntios stigma*, *Rasbora daniconius*, *Colisa fasciatus* e o *Danio sp.*; todos variando entre 2,5 a 6 centímetros de comprimento. Uma outra espécie pesquisada foi o *Clarias fuscus*, conhecido na Ásia como *Chinese cat fish* que normalmente é utilizado quando pesa em torno de 4 a 6 gramas, mas pode atingir até 50 gramas de peso, segundo Neng (1987). Recentemente Russel (2001) trabalhou com os espécimens *Melanotaenia splendida* e *Craterocephalus s. stercusmuscarum*, com aproximadamente 6,2 e 5,0 centímetros; respectivamente. Gene (2001) trabalhou com espécimens de *Astyanax bimaculatus*, *Pyrrhulina australis* e *Gymnogeophagus australis* medindo em torno de 63, 63 e 58 milímetros, respectivamente. Já outras espécies como o *Trichogaster trichopteros* e o *Astyanax fasciatus* que chegam a atingir no estágio adulto 9 e 15 centímetros; respectivamente (Fletcher, 1992; Fletcher, 1993; Nelson, 1992; molloy, 1924; Rodolfo, 1997; Haq, 1993; Neng, 1987; Russel, 2001; Castro, 1997).

Trabalho de Rodrigues (2004) mostra que a grande capacidade de algumas espécies em predação de larvas está mais relacionada a morfologia e fisiologia do seu intestino de acordo com seus hábitos alimentares. Este estudo mostra que o intestino dos peixes carnívoros é mais curto e grosso e apresenta microvilosidades, ou seja apresentando maior capacidade de digestão das larvas ingeridas. Estes achados foram observados após o estudo de duas espécies de peixes que eram utilizadas como biocontroladores de larvas em Cuba (Rodrigues, 2004).

Em relação ao custo desta intervenção biológica foi descrito por Neng (1987) que o uso de peixes teve um custo 15 vezes inferior ao controle químico tradicional. Takagi (1995) sugeriu que o uso de peixes larvófagos tinha um custo bastante reduzido. Conejo (2000) relata a possibilidade de redução de custos do programa de controle do dengue com a substituição em algumas situações dos larvicidas químicos tradicionais por alternativas de controle biológico como peixes e copépodes (Conejo, 2000). Alguns outros trabalhos comprovam esta redução de gastos em situações em que os peixes são capturados em reservatórios naturais nos municípios onde serão utilizados como alternativa de controle biológico.

Além disso, Bheema (1982) sugere que se esta alternativa do uso de peixes larvófagos for realmente incorporada pela população local reduziria muito o custo do controle. Vargas (2003) sugere algumas características para que uma espécie de peixe seja considerada como potencial agente de controle biológico. Dentre estas características destacam-se: preferência alimentar por larvas do inseto alvo, ser de pequeno porte, ter bastante agilidade, resistir bem ao confinamento, tolerar altas temperaturas e variados níveis de PH e cloro. Segundo Sharma (1994), além destas características foi considerado favorável aos peixes que apresentaram grande agressividade, tivessem a boca virada para cima, olhos grandes e cobrissem grandes áreas alagadas.

No México o uso de peixes larvófagos foi considerada uma boa alternativa devido a redução da infestação, a simplicidade do método, a facilidade de execução e principalmente a grande receptividade da comunidade (Martinez-Ibara, 2002). Existem autores que sugerem a utilização em consórcio de peixes e larvicidas biológicos por acreditarem num melhor resultado em ambientes naturais (Mathur, 1981). Algumas espécies de peixe se destacam por apresentar algumas características que favorecem sua utilização como: serem encontrados facilmente na

região, serem comercializados com baixo custo, tolerar elevadas temperaturas, salinidade e poluição em alguns tipos de reservatórios naturais, resistirem a longos transportes, serem considerados familiares e amistosos pela população (Takagi, 1995; Fletcher, 1992; Molloy, 1924; Martinez-Ibara, 2002). Além disso outro fator motivador de estudos com intervenções biológicas é a necessidade de alternativas devido a tolerância e/ou resistência dos insetos aos inseticidas utilizados em saúde pública (Jones, 1990).

Gerberich (1985) chegou considerar o uso de peixes larvófagos em depósitos domiciliares, como qualquer outra alternativa de controle biológico, de difícil execução na prática. O tamanho de algumas espécies, a incapacidade de adaptação aos depósitos domiciliares, a baixa sobrevivência e a aceitação de algumas populações chegaram a ser considerados aspectos impeditivos para o uso de peixes larvófagos por Haq (1993) e Russell (2001). Takagi (1995) acredita que um monitoramento mensal dos peixes nos depósitos minimizaria estas adversidades em relação a algumas espécies de peixe.

Outro fator possivelmente complicador do uso desta alternativa é a grande mortalidade que algumas espécies apresentam após longas viagens, chegando a uma mortalidade superior a 25% e ao canibalismo, o que dificulta o armazenamento de um grande número de espécimens (Molloy, 1924; Haq, 1993). A maior dificuldade do uso desta tecnologia está relacionada ao seu uso em ambientes naturais como pequenos riachos, lagos e lagoas. Isto se deve principalmente a uma possível modificação da fauna e flora local, além da capacidade predatória dos peixes que se mostra comprometida devido à presença de algas servindo de esconderijo para as larvas de algumas espécies de mosquitos (Molloy, 1924; Nelson, 1992; Haq, 1993; Sharma, 1997). Fernández-Calienes (2003) afirma que para se utilizar peixes larvófagos como alternativa de controle biológico, dentre outros fatores, deve-se conhecer sua biologia e seus hábitos (Fernández-Calienes, 2003).

Existem ainda algumas referências em relação a diminuição da capacidade predatória de alguns peixes durante o período invernos devido provavelmente a diminuição da temperatura da água (Nelson, 1992; Haq, 1993). Apesar do sucesso do uso de agentes biológicos no controle de insetos ainda se utilizam inseticidas químicos em várias partes do mundo, possivelmente por

conta da pressão das comunidades acostumadas ao impacto imediato dos inseticidas e ao fato de esta ser uma boa medida política, pois mostra a capacidade de uma ação dinâmica das autoridades sanitárias (Chavarría, 2000). Outro aspecto importante em relação ao uso destes peixes em depósitos domiciliares é o fato descrito por Chadee (1992) onde mostrou que o *Poecilia reticulata* poderia ser considerado um bom portador de bactérias como *Escherichia coli coli*, *Citrobacter freudi* e *Pseudomonas aeruginosa* (Chadee, 1992).

Em relação a possível aceitação da população em relação ao uso de peixes larvófagos tem-se relatos de Molloy (1924) na Nicarágua, onde a população local se adaptou e passou a repor os peixes sempre que os mesmos morriam. Trabalho realizado por Mohamed (2003) na Somália com peixes larvófagos para controle da malária em tanques de alvenaria comprovou uma aceitação de mais de 80% da comunidade local (Mohamed, 2003). No México, Martinez (2002) conclui que os peixes são bem aceitos pela comunidade por serem considerados familiares, ao contrário dos copépodes e outros hemípteros utilizados como alternativa de controle biológico (Molloy, 1924; Martinez, 2002).

Conejo (2000) mostra que o uso de agentes biológicos para controle de larvas de insetos teve grande receptividade na Costa Rica por ter sido uma alternativa que pôde ser utilizada por crianças (Conejo, 2000). Além disso, Bheema (1982) sugere que se esta alternativa do uso de peixes larvófagos for realmente incorporada pela população local reduziria muito o custo do controle.

Segundo a OMS (2003) o uso de peixes pode ser considerado uma boa alternativa de controle para programas integrados, pois contribui para uma maior adesão da comunidade local e viabiliza a intersectorialidade. Outros trabalhos vêm sendo realizados no Ceará para avaliar a receptividade da população ao uso de peixes como alternativa de controle para larvas do *Aedes* em depósitos domiciliares de grande volume e vem sugerindo uma grande aceitação desta alternativa (Frutuoso, 2006).

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Betta splendens

O *Betta* apresentou uma elevada capacidade larvófaga, chegando a predar em torno de 500 larvas/dia. Apresentaram uma pequena variação em relação ao tamanho inicial, entretanto dobraram de peso durante as 5 semanas. Mostraram uma capacidade de predar em torno de 523 lavas/grama de peso e 125 larvas por centímetro. Os espécimens utilizados como controle sobreviveram sem problemas de peso ou tamanho, sugerindo que conseguem sobreviver com a ausência de larvas nos reservatórios de grande volume. Mostrou-se ainda bastante voraz e não demonstraram preferência em relação ao local de predação, com uma característica de subir a superfície do reservatório para respirar. Quando expostos a água clorada mostrou-se capaz de suportar facilmente concentrações de cloro em torno de 0,5mg/litro. Quando expostos a concentrações de 1, 2 e 4mg/litro apresentaram uma mortalidade de 15%, 30% e 40%, respectivamente. Seu tamanho não interferiu na evaporação do cloro, entretanto sua característica de permanecer parados contribuiu para um menor consumo do cloro residual. É uma espécie que pode ser encontrada facilmente em lagos e pequenas lagoas na periferia de Fortaleza, podendo ser transportado e armazenado com certa facilidade. Desta forma, o *Betta splendens* pode ser utilizado em grandes reservatórios de água para controle de larvas do *Aedes aegypti*.

Trichogaster trichopteros

O *Trichogaster* foi capaz de predar 100% das larvas até quando foram oferecidas 500 larvas diariamente mostrando uma elevada capacidade larvófaga. Os machos apresentaram uma discreta acentuação da capacidade larvófaga, sendo capazes de predar até 200 larvas por grama e 81 larvas por centímetro. Apresentaram também um discreto aumento de peso e tamanho, entretanto os espécimens que não foram alimentados com larvas durante as 5 semanas apresentaram uma redução significativa de peso, em torno de 11% e 17%, para machos e fêmeas, respectivamente. Desta forma, esta espécie poderia se adaptar melhor em reservatórios maiores e com a presença de mais matéria orgânica, que garantiria sua sobrevivência na ausência de larvas. Apresenta também uma grande voracidade, mostrando uma característica de se alimentar

preferencialmente no fundo do recipiente. Ressalta-se que por ser também um Anabantídeo, vai a superfície do reservatório com certa frequência para respirar. É uma espécie inquieta e apresenta uma grande movimentação nos reservatórios. Esta característica contribuiu para que o cloro residual dos reservatórios esgotasse mais rapidamente. Mostrou ainda uma elevada resistência quando exposto a concentrações altas de cloro, sobrevivendo sem problemas em águas com 1mg/litro. Quando as concentrações passaram para 2 e 4mg/litro a mortalidade foi de 15% e 40% respectivamente. É uma espécie que pode ser armazenada em grande número pelo fato de conseguir utilizar oxigênio do ar, entretanto não é encontrada em reservatórios naturais do Estado, tendo que ser reproduzido em cativeiro. Com tudo isso e por ser uma espécie relativamente grande (média de 6 cm) sugere-se sua utilização nos reservatórios maiores, com maior presença de matéria orgânica.

Astyanax fasciatus

Apresentaram também uma elevada capacidade de predação de larvas chegando ao máximo de 452 larvas por grama de peso e 111 larvas por centímetro. Cresceram aproximadamente 10% em relação ao peso inicial após as 5 semanas e os espécimens que não foram alimentados com larvas apresentaram um aumento de peso bem menor, mas o suficiente para sobreviver nos grandes reservatórios. Apresentam uma grande movimentação e nadam a maior parte do tempo em cardumes. Permanecem a maior parte do tempo no fundo dos reservatórios. Quando exposta as concentrações de cloro mostrou-se pouco resistente, tendo apresentado uma mortalidade de 5% e 90% nas concentrações de 0,5 e 1mg/litro. Desta forma, por ser facilmente encontrada e em grande abundância nos rios do Ceará, por apresentar-se normalmente pequenas (até 5 cm) e tendo revelado uma elevada capacidade para predação de larvas, esta espécie poderia ser utilizada em depósitos de grande volume nos municípios que não utilizam água clorada. Parece ser interessante utilizar mais de um espécimen por reservatório devido aos hábitos de permanecerem em cardumes nos reservatórios naturais.

Poecilia reticulata

O *Poecilia reticulata* não conseguiu demonstrar uma grande capacidade predatória, principalmente os machos desta espécie. As fêmeas que apresentaram uma maior capacidade larvófaga chegaram a crescer mais de 30% e dobrar de peso durante as 5 semanas de exposição diária as larvas. Esta espécie está amplamente distribuída pelos lagos e pequenos riachos do Estado, podendo ser armazenada facilmente e apresenta ainda uma grande facilidade para reproduzir-se. Quando se avalia sua capacidade de predação de larvas, levando-se em consideração seu tamanho chama atenção para o fato de que as fêmeas foram capazes de predação até 456 larvas por grama de peso. Entretanto, os machos apresentam um peso médio de 0,300 gramas. Não são agressivos, muito menos vorazes e se adaptam rapidamente aos reservatórios artificiais, permanecendo a maior parte do tempo na superfície. Este fato de permanecerem na superfície pode facilitar sua predação por aves encontradas no nordeste do Brasil. Movimentam-se bastante, o que contribuiu para um maior consumo do cloro residual. Quando expostos a água clorada não se mostraram capazes de resistir, tendo 60% morrido já com uma concentração mínima de 0,5mg/litro. Quando esta concentração atingiu 1mg/litro, 100% morreu após 2 horas de exposição. Com isso, sugere-se que esta espécie só seja utilizada em grandes reservatórios, principalmente pela facilidade de reproduzir-se e só deverá ser utilizada naqueles em que a água não tenha sido clorada recentemente. É interessante também utilizar mais de um espécimen por reservatório em virtude da sua capacidade larvófaga ser mais reduzida que de outras espécies avaliadas.

Poecilia sphenops

No caso dos *Poecilias sphenops* houve uma acentuada diferença da capacidade predatória quando comparados os 2 sexos, com destaque para as fêmeas que foram capazes de predação 100% das larvas mesmo na semana que em foram oferecidas 500 diariamente. Já os machos só atingiram o máximo de 200 larvas dia. Entretanto, enquanto as fêmeas aumentaram pouco mais de 10% no peso os machos passaram de 20% do peso inicial. Nadam a maior parte do tempo juntos e também permanecem a maior parte do tempo na superfície dos reservatórios. Raramente vão ao fundo, o que pode facilitar sua predação por outros animais. Não resistem bem em águas

cloradas tendo apresentado uma mortalidade de 40% quando expostos a 0,5mg/litro e 100% de mortalidade em menos de 5 horas de exposição a água com 1,0mg/litro. Desta forma, por ser uma espécie que reproduz facilmente em cativeiro e é encontrada em alguns municípios do Estado pode ser interessante sua utilização em depósitos domiciliares de grande volume que não armazenem água clorada.

Com isso, acredita-se que as 5 espécies de peixes aqui avaliadas apresentam possibilidades práticas de serem utilizadas como alternativa de controle biológico para larvas de *Aedes aegypti*. É importante observar, entretanto, que cada uma apresenta suas limitações e deve ser utilizada apenas quando tais limitações não estiverem presentes. É também necessário enfatizar que uso de peixes como alternativa para controle de larvas deve ser estimulada em conjunto com outros métodos de controle para que possa ser capaz de reduzir a infestação por este vetor. O uso desta alternativa limita-se aos grandes reservatórios domiciliares, e que no nordeste brasileiro apresentam uma grande relevância para o controle do Aedes.

Ressalta-se ainda a possibilidade de propiciar uma grande redução no custo com inseticidas, tendo em vista que estes depósitos consomem grande quantidade de larvicida a cada dois meses. Para se poder dimensionar esta redução, segundo o manual de normas técnicas do Ministério da Saúde (Brasil, 2002) é sugerido a concentração de 1 grama de Bti para cada 10 litros de água. Esta aplicação é feita a cada visita domiciliar, sempre que não for possível a remoção mecânica do reservatório e/ou a vedação definitiva. Desta forma, considerando uma média de 500 litros por reservatório de grande volume e já tendo sido peixado mais de 600.000 depósitos no Estado do Ceará podemos estimar que a cada ciclo de visitas domiciliares estariam sendo economizados aproximadamente 30.000 quilos de larvicida (memória de cálculo: 600.000 depósitos x 500 litros / 1000g).

Mesmo com todas estas aparentes vantagens o uso de peixes não será capaz de resolver definitivamente o problema dengue, mas deve ser incentivado, principalmente por 2 aspectos: a redução do consumo de inseticidas e a possibilidade de maior envolvimento das comunidades locais com o programa de controle. O uso destes peixes parece ter aproximado a população, principalmente crianças e este aspecto deve ser incentivado permanentemente.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ação participativa: Metodologia. In: ENCONTRO DE EXPERIÊNCIAS DE EDUCAÇÃO E SAÚDE DA REGIÃO NORDESTE. 1987, Brasília. **Anais: Centro de Documentação do Ministério da Saúde, Brasília, DF: Ministério da Saúde, 1987.**

Arruda, W.; Oliveira, G.M.C.; Silva, I.G. Toxicidade do extrato etanólico de *Magonia pubescens* sobre larvas de *Aedes aegypti*. **Revista da Sociedade Brasileira de medicina Tropical**. 36(1): 17-25, 2003.

Borda, CE.; Rea, MJF.; Rosa, JR. Estudos de la capacidade predadora de peces sobre larvas de *Culex quinquefasciatus* (Diptera: Culicidae). In: **Comunicaciones científicas y tecnológicas del Centro Nacional de Parasitología y Enfermedades Tropicales**, 2001.

Borda, CE; Maria, JF.; Huerta, BJE. Capacidad predadora de um alevino de *Geophagus brasiliensis* sobre larvas de *Culex quinquefasciatus*. In: **Centro Nacional de Parasitología y Enfermedades Tropicales**, 2001.

Borda, CE.; Melnechuk, PN.; Rea, MJF. *Cymnogeophagos brasiliensis* eficaz pez devorador de larvas del mosquitos *Culex quinquefasciatus*. In: **Comunicaciones científicas y tecnológicas del Centro Nacional de Parasitología y Enfermedades Tropicales**, 2003.

Brasil. Ministério da Saúde. **Guia de vigilância epidemiológica**. 5. ed. Brasília: FUNASA, 2002. 842 p. 189 - 218.

Brasil. Ministério da Saúde. **Controle de Vetores – Procedimentos de Segurança – Manual do Supervisor de Campo**. 1. ed. Brasília: FUNASA, 2001. 124 p.

Brasil. Fundação Nacional da Saúde. **Programa Nacional de Controle da Dengue: amparo legal à execução das ações de campo – imóveis fechados, abandonados ou com acesso não permitido pelo morador**. 1. ed. Brasília: FUNASA, 2002. 154 p.

Benenson AS. **Manual para el control de las enfermedades trasmisibles**. 16. ed. Washington, D.C.: OPS, 1997.

Bezerra HSS. Determinantes da Infestação Domiciliar pelo *Aedes aegypti* na cidade de Fortaleza. **Dissertação de Mestrado em Saúde Coletiva na Universidade Federal do Ceará**. 1999.

Bheema RUS, Krishnamoorthy K, Reddy CB, Paniker KN. Feasibility of mosquito larval control in casuarina pits using *Gambusia affinis*. **Indian J Med Res**. 76: 684-688; 1982.

Bond HA, Fay RW. Factors influencing *Aedes aegypti* occurrence in containers. **Mosquito News** (30): 394-402, 1969.

Brow AWA. Insecticide resistance in mosquitoes: a pragmatic review. **J. Am. Mosq. Control. Assoc.**, v. 2, p. 123 – 140, 1986.

Cabral CP, Ribeiro ZM, et al. Field release of *Mesocyclops longisetus* (Copepoda: Cyclopoida) to control *Aedes aegypti*. **The Brazilian Experience. Proc. Of the fifth international conference on Copepoda**. University of Maryland, Baltimore, USA. 1993. 152 p.

Calado DC, Silva MAN. Avaliação da influência da temperatura sobre o desenvolvimento de *Aedes albopictus*. **Rev. Saúde Pública**, abr., vol.36, no.2, p.173-179, 2002.

Castro, RMC.; Casatti, L. The fish fauna from a small forest stream of the upper Paraná River basin, southeastern **Brazil**. **Ichthyol. Explor. Freshwat**. 7(4): 337-352. 1997.

Cavados CFG, Fonseca RN, et al. Identification of entomopathogenic *Bacillus* isolated from *Simulium* (*Diptera*, *Simuliidae*) larvae and adults. **Mem. Inst. Oswaldo Cruz**, , vol.96, no.7, p.1017-1021, out. 2001.

Cech, JJr; Linden, AL. Comparative larvivorious performances of mosquito fish, *Gambusia affinis*, and juvenile Sacramento Blackfish, *Orthodon microlepidotus*, in experimental paddies. **Journal American Mosquito Control Association**. V3, n1, p. 35-41, 1987.

Chapman HC. Biological Control of Mosquitoes. **American Mosquito Control Association**, Bulletin 6, 1985.

Chadee DD. Bacterial pathogens isolated from guppies (*Poecilia reticulata*) used to control *Aedes aegypti* in Trinidad. **Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene**. 86, 693. 1992.

Chadee DD, et al. Natural habitats of *Aedes aegypti* in the Caribbean – A review. **Journal American Mosquitoes Control Association**, 14(1): 5-11, 1998.

Chadee DD. *Aedes aegypti* surveillance in Tobago, West Indies [(1983-198)]. **Journal American Mosquito Control Association**. 6(1): 148-150, 1990.

Chavarria FH, Carcia JD. *Aedes*, Dengue y la posibilidad de un enfoque diferente de lucha. **Rev. Costarricense de Salud Publica**. V.9, n. 16, Jul. 2000.

Christophers SR. *Aedes aegypti* (L.) **the yellow fever mosquito** - its life history, bionomics and structure. London: Cambridge University Press, 1960. 735 p.

Clements AN. **The physiology of mosquitoes**.. The Machillan Company. 1963. 393 p. (International Series of Monographs on Pure and Applied Biology).

Conejo, ACC; Nogueral, FS; Fonseca, GM et al. Reseña de una experiencia de promoción de la salud e lucha contra el dengue utilizando el control biológico, em escuelas de Chacarita, Puntarenas, Costa Rica. **Revista Costarricense de Salud Publica**. V.9, nº 17, 2000.

Consoli RAGB. **Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil**. Rio de Janeiro: Fiocruz, 1994. 22 p.

Consoli, RAGB; Guimarães, CT; Souza, CP; Santos, BS. Predatory activity of *Helabdella triserialis lineata* (Hirudínea: Glossiphonidae) on immature forms of *Aedes fluviatis* and *Culex quinquefasciatus* (Diptera: Culicidae) in laboratory. **Revista de Saúde Pública**. 15(5): 359-366, 1984.

Contreras, NH; Gonzalez, VR; Ávila, IG; Camacho, A. Marcadores genéticos bioquímicos em el estudio del pez larvívoro *Cubanichtys cubensis* (Eigenmann, 1903) (*Teleosteis: Cyprynodontidae*) utilizado como agente biorregulador de culicídeos em Cuba. **Revista Cubana de Medicina Tropical**. 43(1): 53-57, enero-marzo, 1991.

Contreras, NH.; Pérez, MD.; Martínez, JM.; Artelles, JAB.; Ávila, IG. Ingestión de larvas de *Culex quinquefasciatus* (Diptera : Culicidae) por *Girardinus metallicus* (Cyprinodontiformes : Poeciliidae). **Revista Cubana de Medicina Tropical**, 56(2): 152 - 155, 2004.

Cruz AM, Mesa A, Martín JLS. La comunidad y el control de *Aedes aegypti*: percepción y comportamiento respecto al larvicida abate. **Revista Cubana de Medicina Tropical**. 53(1): 44-47, 2001.

Cunha RV, *et al.* Retrospective study on dengue in Fortaleza, state of Ceará, Brazil. **Mem. Inst. Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, 93(2): 155-159, mar-abri, 1988.

Damazio, A. Criando o Betta splendens. 2ª edição. Rio de Janeiro, **Interevistas**. 80 p. 1992.

Dengue. **Manual de normas técnicas**. 3. Ed. Ver. Brasília, DF: Ministério da Saúde. 2001. 84 p.

Dias JMCS. Produção e utilização de bioinseticidas bacterianos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 27, p. 59-76; Brasília, 1992.

Dye C. The analysis of parasite transmission by bloodsucking insects. **Annual Review Entomology**, v. 37, p. 1 – 19, 1992.

Dixit RS, Sachdeva RN, Varma BD. Larvivorous efficiency of *Gambusia affinis* baird and girard. **Indian Journal Med Res.** 73 (Suppl) 155 - 159, 1981.

Donalísio MR. **O dengue no espaço habitado.** São Paulo: Hicitec, 1999.

Elas, M.; Romero, E.; González, A.; Alvarado, IJ. Et al. Ensaio para avaliar la utilidad del género *Poecilia* sp. como biocontrolador de los estádios acuáticos del *Aedes aegypti*. **Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social de El Salvador.**Janeiro, 2004.

Estrada-Franco JG, Graig JGB. **Biology, disease relationships, and control of *Aedes albopictus*.** Washington, D.C.: PAHO, 1995 (Technical Paper, n. 42).

Fernandez-Calienes, A.; Hernandez, N.; Fraga, J. Amplificación al azar del ADN de 5 poblaciones cubanas de peces larvívoros del género *Rivulus*. **Revista Cubana de Medicina Tropical**, 55(3), 203 - 207, 2003.

Fernandes WD, Fernandes MF, Nascimento JC, Peres MTL, Gonçalves MC, Flor GB, Quaresma F. Efeito do extrato de Pimenta-do-reino sobre larvas de *Aedes aegypti*. **Informe epidemiológico do SUS.** 10(supl. 1): 53-55, 2001.

Finlay, CJ. The mosquito hypothetically considered as the agent of transmission of yellow fever. **Royal Academy of Medical, Physical and Natural Science.** 14, August, 1881.

Fletcher, M; Teklehaimanot, A; Yemane, G;. Control of mosquito larvae in the Port City of Assad by an indigenous larvivorous fish, *Aphanius dispar*. **Acta Tropica.** 52, p. 155-16, 1992.

Fletcher, MA.; Teklehaimanot, G.; Yemane, A.; Kassahum, G.; Kidane, Y. Prospects for the use of larvivorous fish for malaria control in ethiopia: search for indigenous species and evaluation of

their feeding capacity for mosquito larvae. **Journal Tropical Medicine and Higiene**. 96: 12-21, 1993.

Foratini OP. **Entomologia médica**. São Paulo: Faculdade de Higiene e Saúde Pública, 1982. 662 p. v. 1.

Franco O. A história da febre amarela no Brasil. Rio de Janeiro, **Ministério da Saúde**, 1976.

Frederici BA. The future of microbial insectives as vector control agents. **Journal American Mosquito Control Association**. 11(2): 260-268, 1995.

Frenkel, V.; Goren, M. some environmental factors affecting the reproduction of *Aphaniur dispar* (Ruppell, 1828). **Hydrobiologia**. 347: 197-207, 1997.

Frutuoso, RL. Utilização de Peixes como Alternativa para o Controle do Dengue: uma percepção da população do município de Pedra Branca, Ceará, Brasil. **Monografia de graduação em Ciências Biológicas pela UFCE**, 50p, 2006.

Fogaça, FNO; Aranha, JMR.; Esper, MLP. Ictio-fauna do Rio Quebra (Antonina, PR, Brasil): ocupação espacial e hábito alimentar. **Interciência**. V. 28, n. 3, 2003.

Gadelha DP, Toda AT. Biologia e comportamento do *Aedes aegypti*. **Revista Brasil. Malariol. D. Trop.** 37; 29 – 36, 1985.

Garcia AI, Koldenkova L, Mijares AS, Gonzalez BR. Introduccni3n del pez larvívoro *Poecilia reticulata* (Peters, 1985): agente biorregulador de culicídeos en lagunas de oxidaci3n y zanjas contaminadas en la isla de la Juventud. **Revista Cubana de Medicina Tropical**. 43(1): 45-49, 1991.

Gene, CM.; Rosa, JR.; Rea, MJF.; Borda, CE. Control biológico de mosquitos - I Ensayos Preliminares con peces autóctones. **In: Comunicaciones científicas y tecnológicas del Centro Nacional de Parasitología y Enfermedades Tropicales**, 1999.

Gerberich, JB; Laird, M. Larvivorous fish in the biocontrol of mosquitoes with a select bibliography of recent literature. **In: Integrated mosquito control methodologies**. Vol II. Academic Press, London, 1985.

Gupta, KKD; Achar, DP; Thergaonkar, WP; Yadav, JD. Salinity tolerance of *Gambusia affinis* a larvivorous fish. **Indian Journal of Public Health**. V35, n.1; January-march, 1991.

Gurgel, HCBN. Estrutura populacional e época de reprodução da *Astyanax fasciatus* (Cuvier) (Characidae, tetragonopterinae) no Rio Cearpa-Mirin, Poço Branco, Rio Grande do Norte, Brasil. **Revista brasileira de zoologia**. 21(1): 131-135, 2004.

Haas, R.; Pal, R. Mosquito larvivorous fishes. **Bulletim entomologic Soc. American**. 30: 1-25, 1984.

Haltead SB. Epidemiology of dengue and dengue hemorrhagic fever. In: GUBLER, D.J.; K. G. (Ed). **Dengue and dengue hemorrhagic fever**. New York: CBA Internacional. p. 23–24, 1997.

Hauser, WJ; Legner, EF; Medved, RA; Platt, S. Tilapia: a managment tool for biological control of aquatic weeds and insects. **Bulletim American Fisheries Society**. 1(2): 15-16, 1976.

Haq S, Prasad H, Prasad RN, Sharma T. Availability and utility of local fishes of Shahjahanpur for mosquito control. **Indian Journaul of Malariology**. (30): 1-8. 1993.

Heukelbach, J.; Oliveira, FAZ.; Pontes, LRSK.; Feldmeir, H. Risk factors associated with na outbreak of dengue fever in a favela in Fortaleza, north-east Brazil. **Tropical Medicine and Internacional Health**. v.6. n. 8. p 635 – 642, 2001.

Herrera-Basto IE et al. First reported outbreak of classical dengue fever at 1700 meters above sea level in Guerrero State, México, June, 1998. **The American Society of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 46, n. 6, p. 649 – 653, 1992.

Jayasree, M; Panicker, KN. Larvivorous potential of some indigenous fishes of Sherthallai region with special reference to their efficacy in control of mansonioides. **Indian Lournal Med Res.** [A] 95, july, p. 195-199, 1992.

Jones C, Schrieber ET. Mosquito Control Hanbook: an overview of biological control. **Institute of ood and Agricultural Sciences.** University of Flórida, 1990.

Kay, BH; Carlson, PC; Adrian, CS; Michael, DB; Ribeiro, ZM; Vasconcelos, W. Laboratory evaluation of Brazilian *Mesocyclops (Copepode: Cyclopidae)* for mosquito control. **Journal Medical Entomology**, v 29, nº 4, 1992.

Koldenkova, L; Famthingoc, D; Israel, GA; Israel, GG. Alimentación de los alevinos de pez larvívoro *Poecilia reticulata (Cyprinodontiformes: Poecilidae)* em un criadero natural de *Culex quinquefasciatus* (Say, 1823). **Revista Cubana de Medicina Tropical.** 41(1): 140-148, 1989.

Koldenkova, L; Ávila, G; Nohema, AN; Israel, GG. Aspectos de la reproducción del pez larvívoro *Poecilia reticulata (Poecilidae)* en condiciones naturales. **Revista Cubana de Medicina Tropical.** 42(1): 140-147, 1990.

Koldenkova, L; Ávila, IG. Estúdio de la fecundidad del pez larvívoro *Rivulus cylindraceus*, Poey, 1860 (Cyprinodontiformes: Cyprinodontidae), agente biorregulador de culicídeos, em condiciones de laboratorio. **Revista Cubana de Medicina Tropical,** 43(1): 59-65, enero-marzo, 1991.

Kouri, GP; Guzman, MG; Bravo, JR; Triana, C. Dengue hemorrhagic fever / dengue shock syndrome: lessons learned from the Cuba epidemic, **Bulletim WHO,** 67: 375 – 380, 1989.

Kittayapong P, Strickman D. Distribution of container-inhabiting *Aedes aegypti* larvae (Diptera: Culicidae) at a dengue focus in Thailand. **Journal, Med. Entomol.** 30(3): 601-606, 1993.

Koupmann JS et al. Determinants and predictors of dengue infection in México. **American Journal of Epidemiology**, v. 133, p. 1168 – 1178, 1991.

Knaus SRM et al. Insect Blood meal studies using radiosodium ^{24}Na and ^{22}Na . **J. Am. Mosq. Control Assoc.**, v. 9, p. 246 – 268, 1993.

Kumar, A; Sharma, VP; Sumodan, PK; Thavaselvam, D. Field trials of bio-larvicide *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* strain 164 and the larvivorous fish *Aplocheilus blocki* against *Anopheles stephensi* for malaria control in Goa, India. **Journal American Mosquito Control Association.** 14(4): 457-462, 1998.

Lacaz CS. **Introdução a geografia médica do Brasil.** São Paulo: Edgard Blucher, 1972.

Lago GM, Lerena RE, Avila AG. Efectividad del *Bacillus thuringiensis* variedad *israelensis* H-14 en diferentes criaderos de mosquitos en las provincias ciudad de la Habana y Santiago de Cuba. **Revista Cubana de Medicina Tropical.** 38(2) : 229-236, 1986.

Lardeux F, Sechan Y, Loncke S et al. Integrated control of peridomestic larval habitats of *Aedes* and *Culex* mosquitoes (Diptera: Culicidae) in atoll villages of French Polynesia. **Journal Med Entomol.** 39(3): 493-498, 2002.

Legner, EF; Medved, RA. The native desert pupfish, *Cyprinodon macularius* Baird and Girard, a substitute for *Gambusia* in mosquito control ? **Proc. California Mosquito Control Association.** 42: 58-59, 1974.

Liborio, M; Tomisani, AM; Moyano, CB; Salazar, R; Balparda, LR. Estrategias de prevención de dengue-Rosario, Argentina. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v.7, n.3, 2004.

Lima MM, Aragão MB, Amaral RS. Criadouros de *Ae. aegypti* encontrados em alguns bairros na cidade do Rio de Janeiro, RJ., Brasil, em 1984 - 85. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 4, n. 3, p. 293 – 300, 1998.

Luz, C; Assis, VC; Silva, NR; Silva, HHG. Efeito de biolarvicidas à base de bactérias sobre *Aedes spp.* **Informe Epidemiológico do SUS**, 10(Supl. 1): 47-48, 2001.

Marcoris MLG, Mazine CAB, Andrighetti MTM et al. Factors favoring houseplant container infestation with *Aedes aegypti* larvae in Marília, São Paulo, Brazil. **Pan Am J. Public Health**. 1(4), 1997.

Marquetti MC, Carús F, Aguilera L, Gonzalez D, Navarro A. Comportamiento del programa de erradicación de *Aedes aegypti* en 2 municipios de Ciudad de la Habana, 1990-1992. **Revista Cubana de Medicina Tropical**. 48(3): 174-177, 1996.

Martinez-Ibara, JA; Guillén, YG; Arredondo-Jimenes, JI, Rodriguez-Lopes, MH. Indigenous fish species for the control of *Aedes aegypti* in water storage tanks in Southern México. **BioControl**. 47: 481-486, 2002.

Mathur, KK; Rahman, SJ; Wattal, BL. Integration of larvivorous fish and temefos for the control of *Culex tritaeniorhynchus* breeding. **J Commun Dis**. 39(3): 524-526; 1985.

Melo-Santos, MAV; Sanches, EG *et al.* Evaluation of a new tablet formulation based on *Bacillus thuringiensis sorovar. israelensis* for larvicidal control of *Aedes aegypti*. **Mem. Inst. Oswaldo Cruz**, , vol.96, no.6, p.859-860, Aug. 2001

Mijares, AS; et al; Susceptibilidad de las larvas de *Aedes aegypti* al parasitismo por *Romanomermis culicivorax* en condiciones de laboratorio y de campo en Oaxaca, México. Ver, **Panam Salud Publica/Pam J Public Health** 8(5), 2000.

Mittal, PK; Adak, T; Sharma, VP. Comparative toxicity of certain mosquito-cidal compounds to larvivorous fish, *Poecilia reticulata*. **Indian Journal of Malariology**. V31, p. 43-47, 1994.

Mohamed, AA. Study of larvivorous fish for malaria vector control in Somalia, 2002. **La Revue de Santé de la Méditerranée orientale**, v. 9, n° 4, 2003.

Molloy, DM. Some personal experiences with fish as antimosquito agencies in the tropics. International Health Board, Managua, Nicaragua. **American Journal Tropical Medicine**. 4: 175-194. 1924.

Mondet, B; Rosa, AT; Vasconcelos, PFC. Urbanização da febre amarela: um problema preocupante. **Rev. da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 29, n. 51, p. 17 – 22. 1996. Suplemento.

Mulla, MS. Mosquito control then, now, and in the future. **Journal American Mosquito Control Association**. 10(4): 574-584, 1994.

Mullica, J; Krisanadej, J. Bubble nest habitats characteristics of wild *Siamese fighting fish*. **Journal fish biology**. 58: 1311-1319, 2001.

Nam, VS; Yen, NT; Holynska, M; Reid, JW; Kay, BH. National progress in dengue vector control in vietnam: survey for *mesocyclops (copepoda)*, *micronecta (corixidae)*, and fish as biological control agents. **American Journal Tropical Medicine Hygiene**. 62(1), p. 5-10, 2000.

Nam, VS. Índices de depósito-chave e prédio-chave na vigilância e no controle do *Aedes aegypti*. Best Practices for Dengue Prevention and Control in the Americas. Washington, D.C. **Informe Estratégico n° 7**, projeto EHP26568/EV4LACDENGUE. 2003.

Nathan MB, Giglioli ME. Erradicación de *Aedes aegypti* en Caimán Brag y pequenõ Caimán, Antilhas Britânicas, con abate (temefos) en 1970-1972. **Boletin of Sanitaria Panamericana**. 92(1): 18-32, 1973.

Nathan MB, Knudsen AB. *Aedes aegypti* infestation characteristics in several Caribbean countries and implications for integrated community based control. **Journal American Mosquito Control Association**. 7(3): 400-404, 1991.

Nelson, SM; Keenan, LC. Use of an indigenous fish species, *Fundulus zebrinus*, in a mosquito abatement program: a field comparison with the mosquitofish, *Gambusia affinis*. **Journal American Mosquito Control Association**. Vol 8, n 3, p. 301-304, 1992.

Neng, W; Shusen, W; Guancxin, H; Rongman, X; Guankun, T; Chen, Q. Control of *Aedes aegypti* in household water containers by Chinese cat fish. **Bulletin World Health Organization**. 65: 503-506. 1987.

Neto L. O poder e a peste: a vida de Rodolfo Teófilo. 2ª edição, editora **Demócrito Rocha**, 226p, 2001.

Neves, DP. **Entomologia médica**: comportamento, captura, montagem. Belo Horizonte: Coopmed, 1989. 112 p.

O'gower, AK. The influence of the surface on oviposition by *Aedes aegypti* (Linn.) (Diptera: Culicidae). **Proc. Linn. Soc. N.S.W.** 82, 240-244, 1957.

Oliveira *et al.* Dengue no Brasil. **Cong. Int. Med. Trop.** Havana, Cuba, 203pp, mime, 1988.

Oliveira-Lima, JW; Pamplona, LGC; Nogueira, MSF; et al. Avaliação do peixe *Betta splendens* como forma de controle biológico no município de Fortaleza, Ceará. **In: Seminário Internacional em Prevenção e Controle do Dengue**. Brasília, 2003.

Omena, MC. Alternativas para o controle de vetores de endemias: extratos e produtos de plantas. **Dissertação de mestrado** (Química e Biotecnologia) pela Universidade Federal de Alagoas. 2001.

Ops. Organización Panamericana de la Salud. Dengue y dengue hemorrágico en las Américas: **guías para su prevención y control**. Washington, D.C.: OPS, 110p. 1995.

Ops. Resurgimiento del dengue en las Americas. **Boletim Epidemiológico**, v. 18, n. 2, p. 1 – 6, 1997.

Paho. Dengue and dengue hemorrhagic fever in the Americas: **guidelines for prevention and control**. Washington,.98 p. (**Scientific Publication, n. 548**), 1994.

Pamplona, LGC. Histórico da utilização do peixe *Betta splendens* como alternativa de controle biológico para *Aedes aegypti* no Estado do Ceará. In: **1ª Mostra Nacional de Experiências Bem-Sucedidas em Epidemiologia, Prevenção e Controle de Doenças**. Brasília, 2001

Pamplona, LGC; Oliveira-Lima, JW; Cunha, JCL; Santana, EWP. Avaliação do Impacto Obtido na Infestação por *Aedes aegypti* após a utilização do peixe *Betta splendens*, como alternativa de controle Biológico no Município de Canindé, Ceará, Brasil.**XL Congresso da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, 2004 a.

Pamplona, LGC; Holanda, SGS; Vilar, DCF; Escóssia, KF; Pinheiro, EM; Melo, IMA; Vieira, LC. Aspectos epidemiológicos das endemias transmissíveis por vetores no Ceará. **Revista do conselho de secretários municipais de saúde do Ceará**. nº 15, set-dez, 2004. b

Pamplona, LGC; Vilar, DCF; Holanda, SGS; Escóssia, KF, Meireles, MB; Oliveira-Lima, JW. Mudança no Perfil dos pacientes com Febre Hemorrágica do dengue no Ceará entre 2001 e 2003. **XLI Congresso da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, 2005.

Passos, MNP; Santos, LMJG; Pereira, MRR; Fortes, BPMD; Valência, LIO; Alexandre, AJ; Medronho, RA. Diferenças clínicas observadas em pacientes com dengue causadas por diferentes sorotipos na epidemia de 2001/2002, ocorrida no município do Rio de Janeiro. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**. 37(4): 293 - 295, jul-ago, 2004.

Pereira, M. Recipientes artificiais utilizados como criadouros por *Aedes aegypti* na região de Araçatuba, estado de São Paulo. **Dissertação de Mestrado para Escola de Saúde Pública da Universidade de São Paulo**. 1996.

Pinheiro, VCS; Tadei, WP. Frequency, diversity and productivity study on the *Aedes aegypti* most preferred containers in the city of Manaus, Amazonas, Brazil. **Revista Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**. 44(5): 245 – 250, september – october, 2002.

Polanczyk, RA; Garcia, MO; Alves, SB. Potencial de *Bacillus thuringiensis israelensis* Berliner no controle de *Aedes aegypti*. **Revista de Saúde Pública**, 37(6): 813-816, 2003.

Rabelo, JMM; et al. Distribution of *Aedes aegypti* and dengue in the state of Maranhão, Brazil. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 3, p. 477 – 486, jul. / set. 1999.

Rajagopalan, PK. Prospects for biological control of mosquitoes. **Indian Journal Med Res**. 73 (Suppl), p. 163-173, 1981.

Ray, S; Tandon, N. Breeding habitats and seasonal variation in the larval density of *Aedes aegypti* (L.) and *Ae. Albopictus* (Skuse) in an urban garden in Calcutta city. **Indian Journal Med. Res**. 109: 221-224, 1999.

Pontes, RJS, Regazzi, ACF, Lima, JWO *et al.* Residual effect of commercial applications of larvicides temefos and *Bacillus thuringiensis israelensis* on *Aedes aegypti* larvae in recipients with water renewal. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**. vol. 38, nº 4, p. 316-321, July/Aug. 2005.

Resende, JM. **Linguagem médica**, 3 ed. Editora AB, 2004.

Rice, CM; Strauss, EG; Strauss, JH. Structure of the flavivirus genome. **In: Schlesinger, M; Togaviridae and flaviviridae**. New York, Plenum Press, 279-327, 1986.

Rodhain, F; Rosen, L. **Mosquito vectors and dengue virus-vector relationships**. In: GUBLER, D.J., KUNO, G. (Ed.). *Dengue and dengue hemorrhagic fever*. New York: CBA International, 1997. P. 45 - 60.

Rodolfo V, Romeo B, Giorgio C. Ruolo di *Gambusia holbrooki* nel contenimento dei culicidi e suo impatto sulle biocenosi acquatiche. **Biologia Ambientale**. n 3, 1997.

Rodrigues, JR. Comparación morfológica e histológica del tubo digestivo de *Gambusia puniculata* y *Girardinus metallicus* (Cyprinodontiformes: Poeciliidae), peces utilizados em el control biológico de mosquitos. **Revista Cubana de Medicina Tropical**, 56(1), 2004.

Rojas, EP.; Gamboa, MB.; Vilalobos, SR.; Cruzado, FV. Eficacia del control de larvas de vectores de la malaria con peces larvívoros nativos em san martín, Peru. **Revista Peruana de Saúde Pública**, 21(1), 44 - 50, 2004.

Rothman, KJ; Greenland S. *Modern Epidemiology*. **Lippincott-Raven**. Philadelphia, 1998.

Rosa, JR.; Gene, CM.; Rea, MJF; Borda, CE. Control biológico de mosquitos. II Insectos acuáticos. In: **Comunicaciones científicas y tecnológicas del Centro Nacional de Parasitología y Enfermedades Tropicales**, 2001.

Rupp, HR. Mosquito control with *Gambusia affinis*. **Journal American Mosquito Control Association**. 13: 296. 1997.

Rupp, HR. Adverse assessments of *Gambusia affinis*: na alternate view for mosquito control practitioners. **J Am Mosq Control Assoc**. 12(2 Pt 1): 155-159; discussion 160-166. 1996.

Russell, BM; Wang, J; Williams, Y; Hearnden, MN; Kay, BH. Laboratory evaluation of two native fishes from tropical north queensland as biological control agents of subterranean *Aedes aegypti*. **Journal American Mosquito Control Association**. 17(2): 124 – 126, 2001.

Santamarina, MA; Perez, P. et al. Susceptibility of *Aedes aegypti* larvae to parasitism by *Romanomermis culicivorax* in laboratory and field conditions in Oaxaca, Mexico. **Rev Panam Salud Publica**, vol.8, no.5, p.299-304, Nov. 2000.

Sanatana, EWP; Pamplona, LGC; et al. Biological Control of *Aedes aegypti* I. Evaluation of the larvivorous potential of the *Betta splendens* in water boxes in Fortaleza, Ceará, Brasil. **XXXVII Congresso da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**. V. 37, 2001.

Santos, LU; Souza, AB; Andrade, CFS; Souza, CEP. Uso de *Bacillus thuringiensis* H-14 como agente de controle de mosquito em um cemitério. **Rev. de patologia tropical** , 23(2): 151-158, 1994.

Santos, LU; Andrade, CFS. Survey of *cyclopids* (*Crustacea, Copepoda*) in Brazil and preliminary screening of their potential as dengue vector predators. **Rev. Saúde Pública**.vol.31, no.3, p.221-226, June 1997.

Santos, JHR; Vieira, FV. **Princípios de morfologia de insetos e ácaros**. Mossoró: Téruo Rosado, 1998. 336 p.

São Paulo. Secretaria de Estado de Saúde. **Manual de vigilância epidemiológica da dengue e da febre amarela**. São Paulo, 1987.

Schaper, S; Hernández, F; Soto, L. La lucha contra el dengue: control biológico de larvas de *Aedes aegypti* empleando *Mesocyclops thermocyclopoides* (*crustacea*). **Revista Costarricense de Ciência Médica**. V19, n1-2, 1998.

Scott, WT; et al. Detection of multiple blood feeding in *Aedes aegypti* (Diptera: culicidae) during a single gonotrophic cycle using a histologique technique. **Journal Medical Entomology**. V. 30, n. 1, p. 94 – 99, 1993.

Serpa, LLN; Franzolin, MR; Battesti, DMB; Katitani, I. *Tyrophagus putrescentidae* predating adult insects of *Aedes aegypti* e *albopictus* in laboratory. **Revista de Saúde Pública**. 38(5): 735 - 737, 2004.

Service MW. Can we control mosquitoes without pesticides? A summary. **Journal of the American Mosquito Control Association**. 11(2): 290-293, 1995.

Sharma, SN. Larvivorous capacity of some indigenous fish of Haryana state. **J Commun Dis**. 26(2): 116-119. 1994.

Sharma, SN; Kaul, SM; Lal, S. Use of *Gambusia affinis* in different habitats as a mosquito control agent. **J Commun Dis**. 29(4): 371-373. 1997.

Schlz, UH.; Martins-Junior, H. *Astyanax fasciatus* as bionidicator of water pollution of Rio dos sinos, RS, Brazil. **Brazilian Journal Biology**. 61(4): 615-622, 2001.

Silva, HHG; Silva, IG. Influence of eggs quiescence period on the *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) (*Diptera, Culicidae*) life cycle at laboratory conditions. **Rev. Soc. Bras. Med. Trop.**, vol.32, no.4, p.349-355, 1999.

Silva, MAN. Biologia de imaturos e adultos de *Aedes albopictus* sob condições de laboratório e ecologia de Culicidade em área de mata de Curitiba, PR. **Informe Epidemiológico do SUS**, v. 10, Suplemento 1, p. 17 – 19, 2001.

Silva, IG; Silva, HHG; Guimarães, VP; Lima, CG; Pereira, AL; Filho, ER; Rocha, C. Prospecção da atividade inseticida de plantas do Cerrado, visando ao combate do *Aedes aegypti*. **Informe Epidemiológico do SUS**. 10(Supl. 1): 51-52, 2001.

Silva, HHG; Silva, IG; Santos, RMG; Filho, ER. Elias, CN. Atividade larvicida de taninos isolados de *Magonia pubescens* St. Hil. (Sapindaceae) sobre *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, 37(5): 396-399, 2004.

Soper, FL; Wilson, DB; et al. The Organization of the Permanent nation wide anti-*Aedes aegypti* Measures in Brazil. **The Rockefeller Foundation**, New York, 1943.

Sousa-Santos, R. Fatores associados à ocorrência de formas imaturas de *Aedes aegypti* na ilha do Governador, Rio de Janeiro, Brasil. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, vol. 1, supl. I, 1998.

Suares, AMF; Ayala, D; Nelson, M. Evaluation the formulaciones de *Bacillus thuringiensis* H-14 para el control de larvas de *Aedes aegypti*. **Biomédica (Bogotá)**. 7(1/2): 5-12, 1987.

Tauil, PL. O problema do *Aedes aegypti* no Brasil. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**. 19: 1 - 3, 1986.

Tauil, PL. Dengue e febre amarela: epidemiologia e controle no Brasil. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**. Uberaba, v. 20, nº1, p 150 - 151, 1987.

Tauil, PL. Urbanização e ecologia do dengue. **Cadernos de saúde pública**. Rio de Janeiro, 17(Suplemento); 99 - 102, 2001.

Tauil, PL. Aspectos críticos do controle de dengue no Brasil. **Cadernos de saúde pública**. Rio de Janeiro, 18(3): 867 - 871, mai-jun, 2002.

Tauil, PL. Dengue: as prováveis causas de sua re-emergência e disseminação. **In: Informe Epidemiológico em Saúde Coletiva da Secretaria da Saúde do Rio de Janeiro**. Nº 24, dezembro, 2002b.

Takagi, M; Pohan, W; Hasibuan, H; Panjaitan, W; Suzuki, T. Evaluation of shading of fish farming ponds as a larval control measure against *Anopheles sudaixus* rodenwaldt (Diptera: Culicidae). **Southeast Asian Journal Tropical Medicine Publica Health**. V. 26, n.4, December, 1995.

Teixeira, P. **Biossegurança: uma abordagem multidisciplinar**. Rio de Janeiro: Fiocruz, 362 p. 1996.

Vargas, VM. Uso de pezes larvivoros como colntroladores biologicos de larvas de *Aedes aegypti*: una participation comunitaria. **Rev. Col. De MQC de Costa Rica**. Vol 9, número 3, 2003.

Vasconcelos, AW. *et al.* Dengue in Ceará, Brazil 1985 – 1989. Impact and prospects. *Arbovirus Research in Austrália – Proceedings fifth Symposium*, ago-set, 1989.

Vasconcelos, PFC et al. A Large epidemic of dengue fever with dengue hemorrhagic cases in Ceará State, Brazil, 1994. **Rev. Inst. Med. Tropical**. São Paulo, v. 37, p. 253 – 255, 1995.

Veronesi, R. **Doenças infecciosas e parasitárias**. 7. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1985.

Vilarinhos, PTR; Comparação da potência larvicida de uma cepa de *Bacillus sphaericus* isolada no Distrito Federal com outros inseticidas. **In: SIMPÓSIO NACIONAL DE CONTROLE BIOLÓGICO DE PRAGAS E VETORES**, 1988. Rio de Janeiro. **Anais**. Rio de Janeiro, 1988. p. 50.

Vilar, DCF; Holanda, SGS; Pamplona, LGC; Escóssia, KF; Meireles, MB; Melo, IMA. Impacto da capacitação de Profissionais de saúde (médicos e enfermeiros) na conduta aos pacientes com Febre Hemorrágica do Dengue no Estado do Ceará no período 2001-2003. **In: 4ª Mostra Nacional de Experiências Bem-Sucedidas em Epidemiologia, Prevenção e Controle de Doenças**. Brasília, 2004.

Von Allmen, SD; Lopez-Correa, RH; Woodall, JP. Epidemic dengue in Puerto Rico, 1977: a cost analysis. **American Journal Tropical Medicine Hygiene**, 28: 1040 – 1044, 1979.

WHO. World Helth Organization. Division of Control of Tropical Diseases. [on line]. Dengue and dengue hemorrhagic fever. Disponível na internet via [www.url:http://www.who.int/inf-fs/en/fact117.html](http://www.who.int/inf-fs/en/fact117.html), 1986.

WHO. World Helth Organization.:, Fact Sheet No 117, revised April 2002 , Dengue and Dengue Hemorrhagic Fever. Disponível na internet via www.who.int/csr/disease/en/who, 2002.

Who. **Region Office for the Eastern Mediterranean**. Use of fish for mosquito control. 2003.