**Universidade de São Paulo
Faculdade de Saúde Pública**

**Aspectos da infestação de *Culex (Culex) quinquefasciatus*
(Diptera: Culicidae) no rio Pinheiros, São Paulo (São Paulo,
Brasil), e considerações sobre as aplicações de controle da
população**

SIRLEI ANTUNES DE MORAIS

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em
Saúde Pública para obtenção do
título de Mestre em Saúde Pública.

Área de concentração:
Epidemiologia

ORIENTADOR:
PROFº. DR. DELSIO NATAL

**São Paulo
-2005-**

Autorizo, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação, por processos fotocopadores.

Assinatura:

Data:

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Delsio, mentor deste estudo e da estrutura da equipe de trabalho. Mestre, conselheiro e amigo durante todo o tempo do curso de mestrado.

Este estudo é resultado do trabalho incessante de uma equipe: Walter, Paulo (laboratório), Andréia e Agda (Fundap) e João. Agradeço a esses profissionais que nunca mediram esforços para a concretização desta pesquisa.

À equipe do Centro de Controle de Zoonoses (CCZ/PMSP), em especial à Bióloga Sumire, pelo apoio nas viagens ao campo e às informações prontamente fornecidas.

Ao Prof. Almério, incentivador da pesquisa e pela amizade compartilhada.

À Rossana, pelo auxílio na parte de estatística e pela disposição e didática no ensino.

Ao Rodrigo, pela providência de todos os recursos necessários na parte de informática.

À família, em especial minha mãe Etelvina, papai (*in memorian*) e todos os meus irmãos. Base desta realização.

Ao Marcelo Maldonado: presente, não fisicamente, mas como ausência sentida, cujo apoio foi imprescindível em todos os momentos.

À Karine Moura. O ombro amigo nas horas difíceis e alegres.

Aos amigos que fiz durante o curso: Jamile, Anderson, Tonolli, Joanita e Roseane.

Eterno Pai,

“Sei que sofri por sua fidelidade.

Porquanto vos digo que refleti nos seus caminhos e amei intensamente.

Perdoa-me se não fui como queríeis.

Considera apenas a gratidão que guardo de vós”

“Examinei tudo isso com sabedoria, e pensei: vou tornar-me sábio.

Mas a sabedoria estava longe de mim.

A realidade está longe e é extremamente profunda.

Quem poderá atingi-la?”.

Ecl 7, 23-24.

RESUMO

Morais SA. **Aspectos da infestação de *Culex (Culex) quinquefasciatus* (Diptera: Culicidae) no rio Pinheiros, São Paulo (São Paulo, Brasil) e considerações sobre as aplicações de controle da população.** São Paulo; 2005. [Dissertação de Mestrado – Faculdade de Saúde Pública da USP].

Objetivo. O estudo apresenta aspectos da biologia e ecologia de *Culex quinquefasciatus* no rio Pinheiros, e focaliza alguns possíveis fatores que levam o mosquito proliferar neste ambiente. As análises das informações permitiram conhecer aspectos da infestação da espécie e a eficácia das ações de controle efetuadas no local. **Métodos.** O trabalho de campo foi efetuado no período de 01 (um) ano, mediante coleta de dados, envolvendo pesquisa bibliográfica referente aos caracteres e a biologia de *Cx. quinquefasciatus*, pesquisa documental referente às medidas de controle entomológico efetuadas no rio Pinheiros, informações sobre temperatura e precipitação pluviométrica e descrição do quadro ecológico e geográfico do rio Pinheiros. Para as atividades de monitoramento foram realizadas coletas de adultos de mosquitos e, posteriormente, identificados e contados em laboratório. Foram utilizados indicadores de frequência de adultos, separando-os por sexo, e as fêmeas em vazias, com sangue e com ovos para estudos de dinâmica populacional. **Resultados.** Devido à estagnação do rio, motivada pela regulação artificial de seu fluxo em várias extensões, formam-se condições propícias à proliferação do mosquito *Culex quinquefasciatus*, espécie altamente adaptada à exploração de corpos d'água com elevado teor de poluentes. Esse mosquito apresentou alta frequência e exclusividade entre os culicídeos. A aplicação de larvicida biológico, de um modo geral, não teve influência nos níveis de frequência de mosquitos adultos, tendo que a população mostrou uma flutuação sazonal natural durante o período de estudo. **Conclusão.** Os dados de qualidade da água do rio Pinheiros apresentaram altos níveis de poluição, picos com alta temperatura e grande quantidade de sais no meio líquido. Essas condições podem estar interferindo na toxicidade do larvicida biológico. O estudo sugere, antes da implantação de ações de controle, a elaboração de um protocolo, com provisão de testes de campo para verificação da atividade do larvicida, como precipitação, aderência às partículas do sedimento e nível de toxicidade do preparado no meio líquido. Além disso, foi sugerida a realização de testes do conteúdo do estômago da larva, para observação quanto à presença de esporos do *Bs* e também aplicações especiais de inseticidas nas regiões de maior atividade reprodutiva da população de mosquitos.

Descritores: Culicidae, controle, poluição, larvicida biológico.

ABSTRACT

Morais SA. **Aspects of the infestation of *Culex* (*Culex*) *quinquefasciatus* (Diptera: Culicidae) in the Pinheiros river, São Paulo (São Paulo, Brazil) and considerations on the applications of the population control.** São Paulo; 2005. [Master Dissertation - Faculdade de Saúde Pública da USP].

Objective. The present study presents aspects of the biology and ecology of *Culex quinquefasciatus* in the Pinheiros river, focusing some possible factors that take the mosquito to proliferate in that environment. The analyses of the information allowed to know the level of infestation of the species and the effectiveness of the control actions made in the place. **Methods.** The field work was made in the period of 01 (one) year, by collecting data, involving bibliographical research regarding to characters and the biology of *Cx. quinquefasciatus*, research reports regarding to the measures of entomological control made in the Pinheiros River, information about temperature, rain precipitation and description of the ecological and geographical picture of the river. For the monitored activities mosquito adult collections were accomplished and, later on, they were identified and counted in laboratory. Indicators of adults' frequency were used, separating them according to sex, in blood fed and unfed females, and with or no eggs for studies of dynamic of population. **Results.** Due to the stagnation of the river, motivated by the artificial regulation of its flow in several extensions, favorable conditions were formed to the proliferation of the mosquito *Cx. quinquefasciatus*, species highly adapted to the exploration of bodies of water with high level of pollutes. This mosquito presented high infestation levels and exclusiveness among the Culicidae species in the fauna local. The application of biological larval insecticide didn't present any impact in the frequency of adult mosquitoes, and this showed a natural seasonal flotation during the study period. **Conclusion.** The data of quality of the water of the Pinheiros River presented high pollution levels, high temperature and great amount of salts in the liquid medium. Those conditions can interfere in the toxicity of the biological larval insecticide. The study also suggests, before the implantation of a control program, the elaboration of a protocol, with provision of field tests for verification of the activity of the larval insecticide, as precipitation tests, adherence to the particles of the sediment, content of the stomach of the larva and toxicity of the mixture in the liquid medium.

Key words: Culicidae, control, pollution, biological larvicida.

INDICE

1 INTRODUÇÃO	9
1.1 Revisão histórica do rio Pinheiros	9
1.2 Degradação do rio Pinheiros: o processo biológico	11
1.3 A qualidade da água e implicações no desenvolvimento da população de mosquitos	14
1.4 <i>Culex (Culex) quinquefasciatus</i> Say (1823)	17
1.5 Bioecologia de <i>Cx. quinquefasciatus</i>	19
1.6 Importância médica	23
1.7 As aplicações de controle	25
1.8 A problemática da infestação e os esforços para o controle da população de mosquitos	27
2 OBJETIVOS	30
2.1 Objetivo Geral	30
2.2 Objetivos Específicos	30
3 MÉTODOS	31
3.1 A população de <i>Cx. quinquefasciatus</i>	31
3.2 Dados do clima, do ambiente e qualidade da água do rio	34
3.3 O controle entomológico	34
3.4 Tratamento dos dados	34
4 RESULTADOS	36
4.1 Distribuição de <i>Cx. quinquefasciatus</i>	36
4.2 Proporção entre os sexos	38
4.3 Estado fisiológico das fêmeas	40
4.4 Dados climáticos	42
4.5 Qualidade da água do rio	43
4.6 O impacto das aplicações de controle	43
5 DISCUSSÃO	51
5.1 A distribuição da população de mosquitos adultos	51
5.2 Bioecologia de <i>Cx. quinquefasciatus</i>	52
5.3 Os efeitos das aplicações de controle	56
6 CONCLUSÕES	60
7 RECOMENDAÇÕES	62
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	64
ANEXOS	

Anexo 1 Dados de qualidade da água do rio	A1
Anexo 2 Distribuição das frequências em cada ponto	A2
Anexo 3 Distribuição da frequência média por minuto de aspiração (FA)	A3
Anexo 4 Estatísticas descritivas das frequências	A4
Anexo 5 Frequências e porcentagens, segundo sexo	A5
Anexo 6 Proporção de fêmeas, segundo estado fisiológico	A6
Anexo 7 Dados de Temperatura atmosférica, Coeficiente de Variação (CV) e pluviosidade	A7
Anexo 8 Temperatura da água, do ar e pH	A8
Anexo 9 Distribuição das frequências segundo sexo e estado fisiológico em três pontos de coleta	A9

1 INTRODUÇÃO

1.1 Revisão histórica do rio Pinheiros

O rio Pinheiros apresentava antigamente uma vegetação de borda preservada, não apenas em suas matas ciliares, mas também em suas adjacências (**Fig. 1**). Porém, ao longo de décadas, esta paisagem foi dando lugar a prédios, pontes, impermeabilização do solo e outras modificações.

Figura 1. Fotografia do rio Pinheiros no início do século XX. Bordas com vegetação alta e atividades de lazer. Fonte: <http://www.stm.sp.gov.br/pitu2020/retrospec/historia.htm>

Segundo os documentos históricos da Secretaria do Meio Ambiente, do estado de São Paulo (SMA 2002), o rio Pinheiros surgiu da ocorrência de movimentos tectônicos, que formaram a Bacia de São Paulo e conseqüentemente o rio Tietê e seus afluentes. O rio Pinheiros, no período colonial, era chamado de Jurubatuba (lugar onde há muitas palmeiras Jerivás). Quatro anos antes da fundação da vila de São Paulo de Piratininga, em 1560, os jesuítas criaram na margem direita do rio Jurubatuba, um aldeamento indígena, denominado Pinheiros.

Com o desenvolvimento do Planalto Paulista no século XIX e a necessidade de fornecimento cada vez maior de energia elétrica, juntamente com a problemática das inundações da época, vários rios, dentre esses, o Tietê e o Pinheiros foram então represados. Com isso, esses ambientes lacustres tornaram-se paulatinamente lênticos e problemáticos, com características peculiares tanto na gênese quanto no seu desenvolvimento ao longo do tempo (SMA 2002).

Nas primeiras décadas do século passado, o rio foi retificado, isto é, seu curso foi modificado artificialmente. O que antes era em forma de meandros, passou a ser um canal reto (**Fig. 2**). Da sua nascente, junto ao alto da Serra do Mar, até a foz, no rio Tietê, o rio percorre cerca de 24 km. Além desta mudança, foi construída a usina de Traição, localizada próxima à metade da calha do rio, cuja função é bombear suas águas para inversão do curso natural (EMAIE 2005).

Figura 2. A: Rio Pinheiros, cheio de volteios e curvas, nascia do encontro do rio Guarapiranga com o rio Grande, desaguando no rio Tietê. Trecho baseado em mapa de 1897. Fonte: http://www.aprenda450anos.com.br/450anos/vila_metropole/1-5_rio_pinheiros.asp B: Rio Pinheiros nos dias atuais. Fonte: Imagem do satélite SPOT, cedida pela Intersat S/A. 2002. C: Localização da Usina de Traição. Setas indicando o sentido do curso do rio.

Dessa forma, um rio que corria da serra em direção ao rio Tietê, com o bombeamento, passou a correr do rio Tietê em direção a serra, local onde foi construída a represa Billings. Esta represa, além de servir de fonte de água potável para a cidade, contribuiu para a geração de energia elétrica na usina Henry Borden, localizada na descida da serra, em direção a Baixada Santista. O bombeamento e a conseqüente inversão do curso do rio foram providenciados para que a represa pudesse ter água suficiente para abastecer parte da cidade e também gerar energia na usina Henry Borden (EMAIE 2005).

Em outubro de 1992, medidas ambientais determinadas pelo Estado, com embasamento no Art 47º das Disposições Transitórias da Constituição Estadual (IMESP 1989), impediram o bombeamento das águas poluídas do rio Pinheiros para a represa Billings, a fim de preservá-la para o fornecimento de água potável (EMAIE 2005). Segundo informações do Centro de Controle de Zoonoses (CCZ), da Prefeitura

Municipal de São Paulo, essas medidas, juntamente com a precariedade nas ações de despoluição do rio, têm dificultado o bom andamento das aplicações de controle de *Culex* no rio Pinheiros. A estagnação das águas torna o rio mais poluído e seu leito mais raso, dificultando as atividades de controle químico e mecânico, e permitindo a rápida proliferação de mosquitos. A **Fig. 3** mostra a falta de fluxo das águas do rio Pinheiros.

Tecnicamente, o Pinheiros é considerado um canal na extensão entre sua foz, no rio Tietê, até a usina de Traição. E, entre a usina de Traição até a represa Billings, tende a ser um reservatório. Neste estudo, será descrito como um rio, considerando o termo com que é usualmente conhecido e também para viabilizar os meios de pesquisa.

Figura 3. Fotografia do rio Pinheiros, com visualização da vegetação marginal e espelho d'água, consequência da falta de fluxo nas águas do rio. Fonte: <http://www.tratamentodeesgoto.com.br>

1.2 Degradação do rio Pinheiros: o processo biológico

As bacias hidrográficas existentes no Estado de São Paulo vêm sofrendo um processo de contaminação sistemática que coloca em risco milhões de pessoas, direta e indiretamente. Os rios Tietê, Paraíba, Cubatão, Mogi Guaçu, Pinheiros (**Fig. 4**), Jundiaí e tantos outros, são depósitos de poluentes despejados impunemente em seus leitos por centenas de indústrias e esgotos domésticos (SILVA 1978).

O soterramento contínuo do lixo e a disposição permanente dos esgotos de uma cidade nos rios, sem limite previsível de tempo, representam em última análise, um despojamento do solo e de seus elementos nutritivos, acompanhado de fertilização excessiva e perigosa do subsolo e das águas subterrâneas e de superfície. Considerando-se que a matéria orgânica é passível de decomposição, alguns dos elementos finais do

processo permanecem em formas minerais, resultando na eutrofização ou, freqüentemente, o envenenamento dos solos, do ar, e das águas, como no caso de certos metais e compostos não suscetíveis de biodegradação (BRANCO 1989).

Segundo ESTEVES (1998), a eutrofização artificial pode ser considerada como uma reação em cadeia de causas e efeitos bem evidentes, cuja característica principal é a quebra de estabilidade do ecossistema. Com o rompimento do estado de equilíbrio, o ecossistema passa a produzir mais matéria orgânica do que é capaz de consumir e decompor. Este desequilíbrio ecológico é acompanhado por profundas mudanças na integração, estabilidade e nos processos químicos e físicos da água, dos sedimentos naturais e artificiais, da manutenção da vida e da fauna e flora.

Figura 4. Imagem aérea do rio Pinheiros. 2005. Fonte: <http://www.sampa.art.br/saopaulo/sitefotopinheiros.jpg>

KLEEREKOPER (1990) relata que há outras importantes fontes de poluição das águas, além de lixos consumidores de oxigênio, como os agentes causadores de doenças, produtos químicos inorgânicos e sintéticos, sedimentos resultantes de erosão, resíduos radioativos e água aquecida que, depois de ser utilizada por indústrias e usinas, são despejadas no rio, causando a poluição térmica, com graves conseqüências para o ecossistema aquático.

No caso do rio Pinheiros, a temperatura da água representa um fator físico de suma importância, pois a variação desta influi no ritmo dos processos biológicos, na reprodução dos organismos aquáticos, na densidade e viscosidade da água e na distribuição geográfica de muitas espécies (KLEEREKOPER 1990).

Outra variável ambiental de suma importância é a disponibilidade de oxigênio dissolvido (OD). Este gás está diretamente envolvido com o processo de fotossíntese e

respiração dos seres vivos e/ou decomposição que, por sua vez, estão relacionados com o fotoperíodo, a intensidade luminosa e a temperatura do meio (ESTEVES 1998).

Em ambientes aquáticos estáveis, a força de atração entre as moléculas sobre a superfície líquida na interface ar-água forma uma película superficial, cuja densidade é maior que a do líquido. Essa película permite a vários organismos aquáticos se locomoverem ou se pendurarem nela. As larvas de determinados gêneros de insetos permanecem penduradas perpendicularmente nessa camada de tensão superficial. Nesse caso, o sifão respiratório perfura a película e recebe ar atmosférico para a respiração do organismo (KLEEREKOPER 1990).

Grande quantidade de sais em solução, além de alterar o pH (potencial de íon hidrogênio livre), diminui a tensão superficial da água, limitando a sobrevivência de espécies ainda não adaptadas e a diversidade do meio aquático. Como a tensão superficial colabora na dispersão passiva da microfauna e flora, em ambientes com baixa movimentação líquida, como no caso do rio Pinheiros, esse fenômeno fica comprometido (KLEEREKOPER 1990).

1.2.1 O que causa o mau cheiro nas proximidades do rio

O meio aquático que apresenta situação de anóxia (pouco ou nenhum oxigênio dissolvido), causada principalmente pela decomposição de detritos que consomem grandes quantidades de oxigênio, tem seu valor ambiental reduzido em decorrência do aumento do número de bactérias patogênicas e da concentração de gases tóxicos e fétidos, como o gás sulfídrico e metano – gás do pântano (ESTEVES 1998).

No caso da respiração aeróbia, o oxigênio reduzido pelo hidrogênio recebido, transforma-se em água. Assim, os subprodutos desse tipo de respiração são o gás carbônico, resultante da oxidação (ou perda de elétrons) dos compostos orgânicos e água, resultante da redução (ou ganho de elétrons) do oxigênio. Na respiração anaeróbia, os subprodutos são vários, dependendo da natureza do aceptor e do próprio microrganismo (BRANCO 1983).

Existem certas bactérias chamadas *sulfatorredutoras* que utilizam como aceptores de hidrogênio os sulfatos dissolvidos na água, reduzindo-os a *sulfetos* que se caracterizam pelo cheiro desagradável de ovos podres. Essa atividade se dá, necessariamente, em ambientes destituídos de oxigênio e ricos em sulfatos. Os próprios compostos orgânicos, ao serem parcialmente oxidados, podem ser transformados em outros compostos de odor desagradável, como as *mercaptanas*. O conjunto desses

odores fortemente ofensivos caracteriza, geralmente, os ambientes anaeróbios, do tipo séptico (BRANCO 1983).

1.3 A qualidade da água e as principais implicações no desenvolvimento da população de imaturos de *Culex quinquefasciatus*

Segundo a Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental do estado de São Paulo (CETESB 2005), a temperatura da água do canal de Pinheiros apresenta registros com picos de até 35°C. No trecho entre a usina de Traição e Pedreira, a temperatura da água ultrapassa a da extremidade Norte, nas proximidades do rio Tietê (em até 9°C, próximo ao reservatório da Billings (**An. 1**)). Haja vista a utilização dessa água para o resfriamento de elementos integrantes do sistema de geração termelétrica: a UTE Piratiniga, da EMAE/Petrobrás¹. A poluição térmica implica na aceleração do consumo de energia pelo meio aquático, tendo como elemento-chave moléculas de oxigênio. Este quadro tem como agravante a ausência de fluxo da água do Pinheiros, onde não há troca com o meio externo, o que contribui para a retenção das partículas de calor (BRANCO 1983).

As diferenças e implicações da temperatura da água serão discutidas mais detalhadamente ao longo deste estudo tanto para a população de mosquitos, como para a eficiência do larvicida aplicado.

A água do rio Pinheiros apresenta níveis de pH constantes (CETESB 2005). Essa condição pode ser devido à grande quantidade de substâncias ácidas e alcalinas despejadas no meio, o que provoca uma variedade de reações químicas, resultando em uma aparente neutralidade. Para um organismo aquático adaptado, essas características, juntamente com certa constância dos valores de pH, favorecem ainda mais o seu desenvolvimento e exclusividade em relação à biota natural.

As águas do rio Pinheiros apresentam níveis de condutividade elétrica elevada. Para BRANCO (1983), águas com níveis de condutividade elétrica em torno de 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ são consideradas poluídas. No rio Pinheiros, os dados chegam a 560 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (CETESB 2005) (**An. 1**). Essas informações indicam altos níveis de concentração de substâncias com íons livres, assim como a presença de sais minerais no meio, podendo servir como medida indireta da concentração de poluentes e a subsequente

¹ Comunicação pessoal. Engº Doron Grull. Centro de Apoio Operacional de Urbanismo e Meio Ambiente (CAO-UMA), do Ministério Público de São Paulo.

mineralização destes. Verificou-se ainda que essa concentração aumenta com o decorrer do tempo. Isso pode ser entendido como uma bioacumulação natural de minerais, intensificado pelo fato de, neste meio, não existir fluxo natural da água.

As águas do rio Pinheiros apresentam importante concentração de compostos de amônia, sendo que o ponto de monitoramento situado ao norte apresenta uma quantidade maior e progressiva deste composto (CETESB 2005). Essa prevalência pode caracterizar despejos contínuos e recentes de resíduos domésticos e industriais, pois esse composto possui fórmula reduzida, sendo que os nitritos e nitratos, ao contrário, possuem formas oxidadas (BRANCO 1983) e já decompostas. Pode ocorrer ainda que no ponto de monitoramento próximo à represa Billings (Sul), haja menor quantidade de despejos, propiciando, assim, os processos de autodepuração.

Os esgotos domésticos apresentam concentrações de Fosf. T em torno de 6 a 10 mg/l (BRANCO 1983). As águas do rio Pinheiros foram aferidas em 0,6 a 2,1 mg/l (CETESB 2005) (**An. 1**). Isso pode caracterizar um tipo de poluição predominantemente industrial, uma vez que o fósforo é resultante de fontes de esgotos domésticos e de algumas indústrias específicas como: fertilizantes, detergentes superfosfatados, entre outros. O ponto situado próximo ao rio Tietê, sentido norte, apresentou maior concentração do composto, sugerindo um quadro contínuo e progressivo de despejos de resíduos ao longo da área urbana de São Paulo.

Considerando que as medidas de Oxigênio Dissolvido no rio Pinheiros chegam ao nível de 0,0 (CETESB 2005), e que a condição normal de saturação de Oxigênio Dissolvido (OD) na superfície líquida pode ser de 9 mg/l (BRANCO 1983), observa-se que no rio Pinheiros há a predominância de ambiente anóxico. Uma adequada provisão de oxigênio dissolvido é essencial para a manutenção de processos de autodepuração.

Os dados de Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO (**An. 1**), mostram que no sentido norte do rio, há um metabolismo maior por bactérias heterotróficas decompositoras de compostos biodegradáveis, que transformam estes em produtos finais estáveis mineralizados. Este trabalho, porém, é consequência da presença de maior quantidade de matéria orgânica nesse meio. No ponto ao sul, parece ter uma atividade menor dessas bactérias, provavelmente pela menor quantidade de matéria orgânica despejada na água do rio.

Ressalta-se que somente os dados de DBO, não indicam a presença de determinadas substâncias, pelo fato de muitas destas não serem biodegradáveis.

O ponto situado ao norte do rio apresenta o dobro da Demanda Química de Oxigênio - DQO (consumo químico de oxigênio para oxidação da matéria orgânica encontrada na água) (CETESB 2005), comparando-se com o ponto ao sul, demonstrando, assim, que o ponto ao norte possui uma maior quantidade de materiais não-biodegradáveis. O aumento da concentração de DQO em um corpo d'água pode ser devido, principalmente, a despejos industriais, considerando-se que é resultado da oxidação da matéria orgânica através dos agentes químicos presentes no meio (BRANCO 1983). Este indicador vem confirmar os dados anteriormente avaliados, que evidenciam maior concentração de poluentes industriais nessa mesma região do rio.

No contexto, deve ser considerada a avaliação da presença ou não de metais pesados nas águas do rio Pinheiros, o que não foi possível neste trabalho. Em ambientes degradados, essa condição pode ser caracterizada por um dos fatores mais impactantes, potencializando a seleção de espécies no meio. Os invertebrados aquáticos se alimentam de metal pesado em ambientes poluídos, em substituição aos elementos essenciais. A ingestão de metal pesado leva a um desperdício de energia, reduzindo o crescimento e a reprodução na população. Com o tempo, o contato com ambientes poluídos por metais pesados leva à extinção de uma determinada espécie ou a resistência por outras (CLARK *et al* 1967). Este quadro induz a um estado de seleção de organismos, com probabilidade de escassez de predadores.

Segundo CLARK *et al* (1967), o contato dos organismos com metais ou substâncias que contenham metais, como no caso dos inseticidas, tende a aumentar o número de cópias ou a taxa de transcrição do gene que codifica proteínas (enzimas) que quebram as moléculas dessas substâncias no organismo, gerando resistência. Quanto a este processo de multiplicação gênica, DEVONSHIRE & FIELD, citado por BRACCO (1998) referem uma linhagem de *Cx. quinquefasciatus* resistente ao temefós (organofosforado), que apresenta 500 vezes mais enzimas do tipo esterases que uma linhagem suscetível.

Um outro meio de adquirir resistência é a habilidade da espécie em utilizar um mecanismo alternativo para expelir a substância rapidamente e, com o tempo, essa via alternativa é passada para as gerações seguintes, resultando em uma população resistente, selecionada pelo meio (CLARK *et al* 1967). No rio Pinheiros, que durante décadas vem sendo submetido a aplicações inseticidas, o controle da população de mosquitos, torna-se ainda mais difícil, pela maior probabilidade com que as gerações atuais de *Cx. quinquefasciatus* venham a adquirir resistência.

1.4 *Culex (Culex) quinquefasciatus* Say, 1823

1.4.1 A origem do nome específico *Culex quinquefasciatus*

Durante cinquenta anos, o nome específico *Culex fatigans* Wiedemann, 1828 foi utilizado para designar a espécie popularmente conhecida como o mosquito doméstico tropical. Em 1957, Alan Stone, na preparação de um catálogo de mosquitos do mundo, revisou a nomenclatura e corrigiu este nome para *Culex quinquefasciatus* (BELKIN 1977). No entanto, o nome específico *fatigans* continuou a ser largamente utilizado no Velho Mundo e foi adotado pela Organização Mundial de Saúde em reportagens e publicações.

Em 1966, John N. Belkin examinou o material-tipo depositado no museu Naturhistorisches em Viena, Itália, a fim de resolver a controvérsia referente aos nomes específicos *quinquefasciatus* e *fatigans*. Dentre outras, fez destaque para duas amostras, um macho e uma fêmea, ambas descritas por Wiedemann como *Culex fatigans* em 1828. Essas amostras estavam em péssimas condições, sendo que, no macho, estava faltando a genitália. Juntamente, havia uma série de amostras de mosquitos, todas enviadas pelo americano Thomas Say em 1823, provindas de New Orleans, EUA, as quais Wiedemann renomeou e etiquetou ao longo dos anos subsequentes (BELKIN 1977).

Para o supramencionado autor, ao observar os principais caracteres, não havia dúvidas que *quinquefasciatus* e *fatigans* referiam-se a mesma espécie, como observado anteriormente por Alan Stone. Sob a lei da prioridade, o nome específico *Culex quinquefasciatus* Say, 1823 toma precedente sobre todas as outras sinonímias, notavelmente *fatigans* Wiedemann, 1828.

Na descrição original feita por Thomas Say, o autor faz referência, além de outros caracteres, a cinco faixas amplas e escuras nos tergitos abdominais do mosquito. Peculiaridade esta que dá origem ao nome *Culex 5-fasciatus* (SIRIVANAKARN & WHITE 1978).

Em função da precariedade das amostras depositadas, foi designado um neotipo para *Cx. quinquefasciatus*. Um macho foi escolhido de uma série criados de uma jangada de ovos, coletada em 1969 em New Orleans, Louisiana, USA. O neotipo foi depositado no Museu Nacional dos Estados Unidos em Washington em 1978, exatamente 155 anos após a primeira descrição desse mosquito de relevada importância

médica e econômica para a população de áreas tropicais do mundo (SIRIVANAKARN & WHITE 1978).

Culex quinquefasciatus está taxonomicamente dentro do subgênero *Culex* e como uma subespécie do grupo *pipiens* – *Culex (Culex) pipiens quinquefasciatus*. Contudo, por conveniência, essa espécie é usualmente referida sem a designação de subespécie (HUMERES *et al* 1998) (**Fig. 5**).

Os membros do complexo *pipiens* se apresentam largamente distribuídos pelo mundo, com duas subespécies predominantes: *Cx. pipiens* L. e *Cx. quinquefasciatus*. BARR, em 1957, informou que nos EUA, somente *Cx. pipiens* é geralmente encontrado ao norte de W 39°, em zonas mais frias e temperadas, e *Cx. quinquefasciatus* está presente ao sul de W 36° em áreas mais quentes e tropicais. Segundo o autor, quando uma gama destes mosquitos coincide em áreas intermediárias entre W 36° e W 39°, as duas subespécies podem cruzar formando híbridos.

Figura 5. Na sequência: macho e fêmea de *Culex quinquefasciatus*. Fonte: <http://www.kfdm1.com/pictures/1120657906-Culex.jpg>

Segundo BARR (1957), essas duas subespécies podem ser separadas, principalmente por diferenças na estrutura da genitália do macho, sendo que os híbridos possuem uma condição intermediária. LINAM & NIELSEN (1962) publicaram algumas notas sobre a separação taxonômica de fêmeas adultas de *Cx. pipiens* e *Cx. quinquefasciatus*, citando, entre outras características, diferenças no comprimento da célula R₂C da asa.

1.5 Bioecologia de *Culex quinquefasciatus*

1.5.1 Formas imaturas

Segundo FORATTINI (2002), os criadouros típicos de *Cx. quinquefasciatus* são representados por coleções de águas altamente poluídas, dotadas de abundante matéria orgânica e detritos. Trata-se de acúmulos líquidos de aspecto sujo e malcheirosos e relativamente protegidos de prolongada exposição solar, de maneira que a temperatura superficial não chegue a níveis elevados.

URBINATTI *et al* (2001), relacionando a composição faunística de imaturos culicídeos com os tipos de criadouros e as variáveis químicas e físicas do meio, no Parque Ecológico do Tietê, relata que os criadouros com larvas de *Cx. quinquefasciatus* apresentam elevada densidade em relação aos demais. Fato interessante a ser observado é que essa mesma população desenvolveu-se em criadouros sob condições de anóxia e na ausência de predadores. Segundo o autor, a composição e as densidades numéricas de imaturos de culicídeos são, provavelmente, condicionadas pelo tipo de criadouro, bem como pelas suas características físicas e químicas.

1.5.1.1 Alimentação

A estrutura da cabeça tem um caráter generalizado na larva de muitos outros dípteros nematocera e são altamente elaboradas nos culicídeos, permitindo uma variedade de mecanismos de alimentação apropriados para o meio aquático. Segundo CLEMENTS (1999), larvas de mosquitos ocorrem em uma variedade de habitat aquático. No entanto, o alimento do micro-habitat possui a mesma natureza geral, principalmente microrganismos, matéria orgânica particulada ou detritos.

Segundo MERRIT *et al* (1992), as larvas de culicídeos podem ser classificadas quanto ao modo de alimentação, como coletora-filtradora (*collecting-filtering*), coletora reunidora (*collecting-gathering*), raspadora (*scraping*), dilaceradora (*shredding*) e predadora (*predation*).

Segundo os autores supracitados, a classe filtradora remove partículas suspensas na coluna d'água, ou associadas com a superfície desta. Fazem parte desta classe o *Cx. quinquefasciatus* e mosquitos dos gêneros *Culiseta*, *Mansonia* e *Coquilletidia*. A classe coletora-reunidora remove as partículas que caem da superfície, depositadas no fundo da água como no caso da espécie *Aedes aegypti* e mosquitos do gênero *Psorophora*, *Haemagogus* e *Wyeomyia*. A classe dilaceradora corta os tecidos de pequenos fragmentos de plantas ou invertebrados mortos (*Ae. atropalpus*). A classe raspadora

remove e ingere o biofilme aderido às plantas e também as algas e protistas aderidos em tais superfícies (*Ae. triseriatus*, *Ae. aegypti*). A classe predadora ingere insetos vivos geralmente do mesmo tamanho (*Toxorhynchites*). Os autores observam ainda que uma determinada espécie raramente fica restrita a um único modo de alimentação.

Segundo CLEMENTS (1999), estudos com larvas de *Cx. quinquefasciatus* em países da América do Norte e entre outros, revelam que estes imaturos possuem um mecanismo de filtração bem desenvolvido, com adaptações principalmente nos músculos da faringe, tendo, após a sua alimentação, um selete e pequeno conteúdo no estômago, mesmo com o meio externo sobrecarregado de substâncias alimentares. Isso permite, portanto, a sobrevivência desta espécie em meios aquáticos poluídos. Tudo isso adicionado ao fato de que a sua alimentação se faz na coluna d'água, próximo à superfície do meio líquido.

1.5.2 Formas adultas

1.5.2.1 O comportamento

O comportamento dos mosquitos adultos é estimulado principalmente pelos diferentes comprimentos de onda. Proteínas fotoreceptoras presentes na membrana das células visuais dos mosquitos absorvem diferentes níveis de comprimento de onda, servindo como estímulo para uma cascata de reações químicas no interior das células, potencializando um determinado comportamento, conforme o ritmo endógeno adquirido ao longo da história evolutiva de uma espécie em particular (BECK 1968).

Para o autor supramencionado, a radiação de uma determinada área varia com as diferenças de altitude e com o tempo do dia e do ano, devido às mudanças decorrentes do ângulo do sol, que tornam o comprimento de onda maior ou menor.

Para as espécies que se tornam ativas próximo ou após o pôr-do-sol, é possível que o tempo em que a atividade se inicia, seja estimulado pela intensidade da luz zênite (maior fluxo radiante linear, do horário) ou pelo ângulo do sol, com picos de bandas no azul e vermelho (a luz incidente atravessa uma camada maior de ozônio, podendo reduzir o comprimento de onda – menos luz), somado pelo tempo de duração das condições apropriadas à tendência adaptativa da espécie (BECK 1968).

Segundo CLARK *et al* (1967), assim como ocorre com a maioria dos outros organismos, a temperatura do corpo dos insetos é largamente determinada pela temperatura do ambiente. Dentro da gama de temperatura ambiental em que os insetos

são expostos naturalmente, a taxa dos processos fisiológicos varia diretamente com essa temperatura. Assim, nos diferentes locais, as variações cíclicas e estacionais do clima exercem uma grande e importante influência sobre o ritmo de vida dos insetos.

Durante a noite diminui o fluxo radiante na terra e, por conseguinte, os níveis de calor, aumentando assim a umidade relativa no ar. Com isso, forma-se uma faixa característica, com um clima específico para determinadas espécies de mosquitos realizarem suas atividades de alimentação, conforme seu próprio ritmo endógeno adquirido e repassado ao longo das sucessivas gerações (DENLINGER 1986). Possivelmente, como no caso do *Cx. quinquefasciatus*, que inicia suas atividades no crepúsculo, com continuidade à noite (FORATTINI 2002), houve, em algum momento do passado, uma fase importante do “ritmo circadiano” que permitiu a este, um comportamento de picada sob condições de baixa intensidade de luz e calor moderado (DENLINGER 1986).

1.5.2.2 A alimentação de açúcar

Os fluídos das plantas são compostos de açúcares e água e representam componentes importantes na nutrição do mosquito. As atividades de sugar o néctar vegetal envolvem um vôo direcionado, como resposta aos odores da planta (CLEMENTS 1999).

Segundo CLEMENTS (1999), o néctar consiste de uma massa de células secretoras que é fornecida pelo xilema e floema, separado do tecido vascular por uma glândula do parênquima. O néctar ocorre nas flores e em algumas estruturas vegetativas, como o pecíolo, com a denominação de néctar extrafloral. Esse último é mais comum em zonas tropicais. Ambos os tipos de néctares são soluções aquosas de açúcar e aminoácidos, e outros compostos orgânicos.

A quantidade de néctar varia também com a umidade relativa. A produção é máxima quando as flores são frescas e a concentração de néctar aumenta proporcionalmente ao aumento da umidade relativa do ar. A concentração deste diminui pelo fenômeno da evaporação. Portanto, após as chuvas e com a temperatura adequada, aumenta também a disponibilidade de alimento de açúcar para as populações de mosquitos adultos. Esse conteúdo provê energia para as funções vitais dos mosquitos (CLEMENTS 1999).

1.5.2.3 Alimentação sanguínea

Culex quinquefasciatus é uma espécie antropofílica, ocorrendo principalmente em aglomerados humanos. Esse mosquito apresenta, ainda, certa tendência por alimentar-se do sangue de aves (CONSOLI & LOURENÇO-DE-OLIVEIRA 1994).

TAIPE-LAGOS & NATAL (2003), estudando a população de culicídeos no parque ecológico do Tietê, localizado na periferia urbana da grande São Paulo, relatam a abundância e o comportamento endofílico de *Cx. quinquefasciatus* e observam que a presença deste no parque é motivo de incômodo para a comunidade, em função da elevada antropofilia que o caracteriza (**Fig. 6**).

Figura 6. Fêmea de *Culex quinquefasciatus*, após ingestão de sangue. Fonte: <http://www.west-nile-virus-prevention.com>

A estratégia utilizada pelas fêmeas adultas para encontrar as fontes sangüíneas corresponde ao rastreamento ativo, combinado com a espera em locais freqüentados pelos hospedeiros, como domicílios humanos ou abrigos de animais domésticos (FORATTINI 2002).

No caso da hematofagia, os produtos do sangue são convergidos para os constituintes da gema, sendo que os carboidratos e reserva de lipídeos são fontes importantes de energia para a fase de reprodução. As fêmeas de mosquitos que se alimentam de sangue e de açúcar põem mais ovos que outras que ingerem apenas sangue, pois a produção de ovos incorre em alto custo de energia (CLEMENTS 1999).

1.6 Importância médica de *Culex quinquefasciatus*

Estudo de NATAL *et al* (1991) sobre a composição da população adulta de *Cx. quinquefasciatus* em ecótopos próximos à represa Edgard de Souza, no município de

Santana de Parnaíba, SP, demonstrou que as fêmeas, além de serem predominantes nas habitações, permanecem longo tempo na área residencial para o repasto sangüíneo. Esse fato causa grande incômodo para a comunidade local. Segundo os autores, esta interpretação é fortalecida pelas constantes reclamações dos moradores, durante as atividades de coleta.

Segundo FORATTINI (1965), alguns autores levantam a hipótese de que *Cx. quinquefasciatus* fez parte do ciclo de transmissão da Encefalite Equina Venezuelana (EEV) durante a década de 60, na Colômbia. Segundo o autor, essa espécie foi encontrada naturalmente infectada pelo vírus da EEV no Panamá. Outras espécies dos gêneros *Culex*, *Aedes* e *Mansonia* são consideradas vetores desta arbovirose.

A EEV é uma infecção que afeta equino, e é transmissível ao homem, no qual determina um quadro de afecção cefálica. As investigações sugerem um papel relevante de roedores, morcegos e aves no ciclo enzoótico natural desta virose (FORATTINI 1965). Essa noção contribui para estudos sobre a tendência alimentar dos culicídeos envolvidos na transmissão da doença.

Para AHID & LOURENÇO-DE-OLIVEIRA (1999), *Cx. quinquefasciatus* é considerado vetor secundário da dirofilariose canina no sudeste e provável vetor primário no nordeste brasileiro, em uma área enzoótica, localizada em São Luiz, no Maranhão. Segundo os autores, o agente etiológico desta doença é o filarídeo *Dirofilaria immitis*, parasita de cães e de outros mamíferos, sendo o homem hospedeiro terminal. Segundo os autores, o parasito localiza-se, quando adulto, no coração, liberando microfírias no sangue.

Segundo FORATTINI (1965), a veiculação da bancroftose americana (elefantíase) tem a participação de culicídeos, que desempenham o papel de vetores do parasito. Esta parasitose tem como agente um helminto da família Filariidae, a espécie *Wuchereria bancrofti*. Este agente apresenta filaremia periódica noturna no sangue periférico dos indivíduos parasitados. Os vermes adultos formam conjuntos enovelados que prejudicam a circulação da linfa.

Culex quinquefasciatus é o grande responsável pela veiculação da bancroftose americana. Tal capacidade decorre do seu comportamento, como a elevada antropofilia e hábitos noturnos. Além disso, possui longevidade suficiente para permitir o desenvolvimento do helminto até a fase infectante. O *Cx. quinquefasciatus* é infectado facilmente pelos embriões da *W. bancrofti*, o que aumenta a sua competência na transmissão da doença (FORATTINI 1965).

Investigações de TURELL *et al* (2001) têm demonstrado que *Cx. quinquefasciatus* é uma das principais espécies presentes na transmissão de encefalites e meningites provocadas pelo vírus do Nilo Ocidental. Segundo os autores, muitos insetos apresentam suscetibilidade ao vírus, no entanto, algumas espécies pertencentes ao gênero *Culex* apresentam maior capacidade para transmitir a doença, principalmente pela sua conhecida adaptação hematofágica por aves e seres humanos.

O vírus do Nilo Ocidental é um flavivírus originário da África, e vem se alastrando pelo mundo através da migração de aves infectadas. A doença parece ter como cadeia de transmissão: ave – ave – mosquito transmissor – ave, homem ou outros mamíferos (MCLEAN *et al* 2001). O primeiro caso no continente americano ocorreu em 1999, na cidade de Nova York. Este caso representou grande preocupação das autoridades públicas de saúde nos Estados Unidos, pela sua rápida dispersão (ASNIS *et al* 2001).

LUNA *et al* (2003) discutem as possibilidades de introdução do vírus do Nilo Ocidental no Brasil, com ênfase aos deslocamentos migratórios de aves provenientes do hemisfério Norte, onde o vírus tem sido detectado recentemente. A parada de aves em locais de altas densidades de mosquitos transmissores, favoreceria o estabelecimento de um ciclo enzoótico do vírus, pela infecção de aves residentes.

Estes autores consideram grande a probabilidade de emergência do vírus do Nilo Ocidental no Brasil. Os autores postulam que a vigilância do vírus se inicie com o monitoramento de aves e mosquitos para o diagnóstico viral. Na eventualidade de detecção de positividade, outros componentes devem ser agregados ao sistema, como a vigilância entomológica de espécies altamente ornitofílicas e com grande capacidade de domiciliação. Nesse caso, com referência aos mosquitos do gênero *Culex*, considerados vetores potenciais desta arbovirose.

1.7 As aplicações de controle na população de mosquitos

A população de *Cx. quinquefasciatus* nas áreas próximas ao rio Pinheiros vem sendo submetida a programas de controle pelo poder público desde a década de 40. Inicialmente, o controle ficava a cargo do Serviço de Profilaxias Gerais e, em 1964, foi atribuído à Superintendência de Saneamento Ambiental (SUSAM), da Secretaria Estadual de Saúde. Nessa época, foram utilizados produtos arsênicos inorgânicos como o Verde Paris e após, um orgânico-sintético clorado, o DDT. Subseqüentemente foram

aplicados no local, produtos da classe dos orgânico-sintéticos fosforados, principalmente o malation e os adúlticidas diazinon e clorpirifós e o larvídca temefós (BRACCO 1998).

O autor supracitado demonstrou que a população de *Cx. quinquefasciatus* do rio Pinheiros, no ano de 1998, apresentava indivíduos resistentes aos organofosforados malation, fenitrothion e propoxur e tolerância ao temefós, e que essa mesma população estava suscetível ao DDT e ao piretróide permetrina.

Segundo informações colhidas no Centro de Controle de Zoonoses (CCZ), da Secretaria de Saúde, do município de São Paulo, que efetua o controle da população de *Cx. quinquefasciatus* no rio Pinheiros desde 1977, foi aplicado, a partir dessa data, até o ano 2000, o organofosforado Temefós para o controle de larvas, e subseqüentemente, o larvídca Vectolex® G a base de *Bacillus sphaericus* (Bs).

O *Bacillus sphaericus* cabe na descrição de entomopatógeno, devido ao mecanismo de matar o hospedeiro com toxinas e produzir uma forma transmissível estável dentro do hospedeiro morto, com esporos vivos. Segundo DAVIDSON (1995), a fórmula do Bs contém esporos e cristais de protoxinas, sendo que estes últimos são dissolvidos rapidamente e ativados pelas proteases do intestino. As toxinas deste composto se encaixam em receptores específicos na parede intestinal, perfurando esta. Os esporos germinam e invadem a camada corpórea através da perfuração da parede do intestino do mosquito.

Segundo o informe técnico deste produto (VBSC 2000), são previstas como doses de aplicação, no caso de lagoas de esgoto, canais sépticos e similares, uma concentração de 5,6 a 11,2 Kg/ha. Em áreas infestadas, onde o controle residual prolongado se faz necessário ou em habitat que contenha águas profundas ou superfícies densas a cobrir é recomendado um concentrado de 22,5 Kg/ha. No rio Pinheiros, esse preparado é aplicado mecanicamente, por via aérea, conforme mostrado na **Fig. 7**. Para este estudo, o CCZ não disponibilizou informações com respeito à dose de aplicação do Bs nas águas do rio.

Segundo informações do CCZ, para o controle de adultos nas margens do rio Pinheiros, é utilizado como rotina o inseticida piretróide a base de Betacyfluthrin (Responsar® SC 1,25 SP), por meio de aplicação espacial ao longo das margens do rio, com lançador de aerossol a frio, misturado com óleo concentrado emulsionável para retenção das gotículas do produto, e o piretróide Cipermetrina (Fersol® 40 PM), como

ação emergente às reclamações da comunidade, que freqüentemente chegam a este setor.

1.7.1 A influência dos fatores ambientais e biológicos na atividade do *Bacillus sphaericus*

Fatores ambientais tais como a variabilidade nas condições climáticas (luz, temperatura, entre outros), condições físicas e químicas nos criadouros, presença concomitante de predadores e competição entre os organismos podem afetar a viabilidade e toxicidade de biolarvicidas. Além disso, o conhecimento das características da cepa populacional dos agentes e dos organismos alvo, a formulação do produto e o padrão fisiológico das larvas ocupam relevante importância nas aplicações de controle de mosquitos (CONSOLI *et al* 1995).

Segundo os supracitados autores, muito pouco é conhecido sobre o modo de alimentação, micro-habitat, fontes de alimento e tamanho da partícula ingerida pelas diferentes espécies de mosquitos presentes no Brasil.

Segundo DHAL *et al* (1993), testes com cepas de larvas de *Cx. quinquefasciatus* provenientes de Sri Lanka, no sul da Índia, foram capazes de selecionar as partículas ingeridas, o que não ocorreu com *Ae. aegypti* que ingeriu partículas mais largas do que as primeiras. Os mesmos autores apontam para o modo de alimentação filtradora de *Cx. quinquefasciatus*, que permite a este selecionar o alimento e ingerir partículas esféricas, ajustando ao caso das toxinas do *Bs*. As diferenças na seleção do tamanho das partículas foram relatadas para a morfologia da cabeça (maior, no caso de *Culex*) e modo de alimentação.

CONSOLI *et al* (1995), relatam ainda outros fatores que podem influenciar a atividade do larvicida *Bs* no meio líquido, como a temperatura, a relação invertida entre densidade larvária e eficácia do produto, a presença de outros organismos filtradores que podem contribuir para a redução da quantidade de *Bs* no meio, assim como a precipitação do produto na água. A taxa em que os esporos e as toxinas afundam e o nível em que permanecem na água, são fatores determinantes da persistência do efeito do larvicida.

Figura 7. Fotografia da aplicação mecânica de larvicida *B. sphaericus* no rio Pinheiros, por meio de aerobarco. Fonte: CCZ/PMSP/2004.

1.8 A problemática da infestação e os esforços para o controle da população de mosquitos

Ao longo dos anos as ações de controle de insetos vetores têm enfrentado problemas como: (1) resistência aos inseticidas químicos e as toxinas de origem biológica, e aumento do custo desses produtos como consequência da necessidade de investimentos na sua tecnologia; (2) degradação ambiental com o envenenamento do ecossistema e o comprometimento da biota, fazendo com que determinadas espécies prolifere exaustivamente e passem a constituir um problema sanitário; (3) a falta de continuidade das campanhas anteriores e o recrudescimento de doenças antes controladas; (4) riscos de insucesso no controle biológico ao inserir novos organismos em ambientes degradados; (5) crescimento desordenado de macrófitas aquáticas pelo acúmulo de matéria orgânica, viabilizando abrigos para determinadas populações de insetos e dificultando o contato do produto aplicado com o meio líquido; (6) poluição orgânica do meio que acarreta grande metabolização de inseticidas, fazendo com que a concentração de ingrediente ativo seja menor do que a esperada (BRANCO 1983; KLEEREKOPER 1990; ESTEVES 1998; SMA 2002).

Além disso, o poder público tem disponibilizado poucos recursos para a aplicação de tecnologias adequadas, adaptadas as nossas condições climáticas e sócio-econômicas, bem como na criação de critérios ponderados e éticos de planejamento da zona urbana, sem perder de vista a integração de todo o sistema urbano e cultural, e também nos estudos de impacto ambiental e, principalmente, nas ações de educação ambiental à população que é elemento-chave do ecossistema artificial urbano.

Somando-se a isso, a atuação de programas de controle de mosquitos sem monitoramento da população, acarretando em gastos excessivos, uso indiscriminado de inseticidas e desconhecimento dos resultados esperados.

O estudo da bioecologia do inseto é indispensável no planejamento de controle. Nesse caso, um estudo entomológico detalhado torna-se necessário devido a grande variedade das condições naturais do inseto entre os diferentes biótopos em termos de adaptações tróficas, ciclo de atividade, estado fisiológico, reprodução, frequência numérica e deslocamentos.

Geralmente a comunidade trata a questão da alta densidade de mosquitos apenas como um incômodo, sem relacioná-la em um sentido mais amplo com os problemas ambientais e de saneamento básico. Além disso, a presença de culicídeos em altos níveis pode ser considerada um problema de Saúde Pública: *Cx. quinquefasciatus* é vetor de agentes de encefalites, de arboviroses silvestres, filarioses e de doenças virais emergentes como o vírus do Nilo Ocidental que tem introdução iminente na América do Sul, devido às aves migratórias.

No caso da filariose bancroftiana, em que o homem é o principal hospedeiro e a única fonte de infecção da doença, pode ocorrer dispersão desta, caso haja fluxo de imigrantes provenientes de áreas endêmicas. Nesse caso, a presença elevada de *Cx. quinquefasciatus* representaria condição favorável à introdução desta parasitose na população.

O estudo da infestação (entende-se por infestação a presença de maneira invasiva de um inseto em determinada área (GORDH & HEADRICK 2005)) e do controle da população de *Cx. quinquefasciatus* no rio Pinheiros justifica-se pela necessidade de buscar soluções para os inúmeros problemas enfrentados nas ações de controle da espécie, pela falta de conhecimento das suas características bioecológicas naturais, pela importância médica e sanitária desse vetor e pelo incômodo que este tem provocado na cidade de São Paulo, segundo informações colhidas no CCZ da Prefeitura Municipal de São Paulo.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Conhecer aspectos da infestação de *Culex quinquefasciatus* no rio Pinheiros, com o propósito de avaliar a eficácia das ações de controle efetuadas no local.

2.2 Objetivos Específicos

1. Destacar a importância do rio Pinheiros como criadouro de *Cx. quinquefasciatus*, avaliando a frequência de mosquitos adultos.
2. Estimar as diferenças na frequência dos mosquitos entre as extremidades da extensão do rio Pinheiros.
3. Comentar os dados do ambiente, do estado fisiológico das fêmeas adultas de mosquitos e a proporção entre os sexos com as atividades reprodutivas da população.
4. Descrever as variações na frequência dos mosquitos dentro da curva populacional.

5. Avaliar o impacto das aplicações de controle na população de mosquitos ao longo do leito do rio.
6. Comentar os principais fatores limitantes às propriedades dos produtos inseticidas, utilizados para o controle da população de mosquitos no rio Pinheiros.

3 MÉTODOS

O presente estudo teve como local o rio Pinheiros, na cidade de São Paulo, no estado de São Paulo.

3.1 A população de *Cx. quinquefasciatus*

3.1.1 Pesquisa bibliográfica

As informações sobre aspectos bioecológicos de *Cx. quinquefasciatus* foram levantadas por meio de pesquisa bibliográfica junto à biblioteca da Faculdade de Saúde Pública da USP, durante o período de agosto de 2003 até a presente data.

3.1.2 Pesquisa de campo

As atividades de campo foram efetuadas durante o período de agosto de 2003 a agosto de 2004.

3.1.2.1 Demarcação dos pontos de coleta de mosquitos

Foram escolhidos 10 (dez) pontos de amostragem, conforme a distribuição apresentada na **Figura 8**.

Os pontos de coleta foram numerados por estacas e escolhidos por critério de equidistância ao longo da extensão da calha do rio, levando-se em consideração possíveis diferenças na vegetação e qualidade da água nos extremos do canal.

A região de borda explorada em cada ponto correspondeu a um raio de 50m da estaca.

3.1.2.2 Coletas para avaliação da frequência de adultos

As coletas de adultos foram realizadas semanalmente, sempre no período matutino, utilizando-se aspirador à bateria do tipo publicado por NATAL & MARUCCI (1984), o qual foi passado lentamente em meio à vegetação de borda, por um período de cinco minutos. Os mosquitos foram mortos imediatamente após a coleta e colocados em caixinhas entomológicas de plástico e embaladas em isopor com gelo reciclável.

3.1.3 Atividades de laboratório

As atividades de laboratório foram efetuadas no período de agosto de 2003 a agosto de 2004, em concomitância às atividades de campo.

Figura 8. Imagem da extensão do rio Pinheiros, São Paulo, com indicação e localização geográfica dos pontos de amostragem para coletas de mosquitos adultos de *Culex quinquefasciatus*.

3.1.3.1 Identificação e contagem

Os mosquitos foram identificados com o auxílio de lupa e microscópio óptico, de acordo com as chaves de identificação de FORATTINI (2002).

Os adultos foram diferenciados segundo o sexo e contados.

As fêmeas foram diferenciadas em vazias, com sangue e com ovos para verificação do estado fisiológico.

Obs: Foram considerados fêmeas com sangue aquelas cheias de sangue no abdome ou com apenas traços de sangue e fêmeas com ovos aquelas com o abdome cheio de ovos, sem quaisquer traços de sangue.

3.1.3.2 Avaliação do estado fisiológico das fêmeas

Segundo CELLA e CHARLWOOD, citado por FORATTINI (2002), o decurso da digestão do sangue ingerido pode ser acompanhado pela observação da aparência externa do abdome e, paralelamente, corresponderá às etapas do ciclo de desenvolvimento ovariano. Para essa finalidade foram descritas as chamadas *fases de Cella*.

3.1.4 Fórmulas para avaliação da frequência de adultos

Para a avaliação das variações nas frequências da população de mosquitos adultos foram adotadas as fórmulas abaixo relacionadas.

3.1.4.1 Frequência Média de Fêmeas

(FF) Frequência de fêmeas = Número de fêmeas coletadas por minuto de aspiração.

3.1.4.2 Frequência Média de Machos

(FM) Frequência de machos = Número de machos coletados por minuto de aspiração.

3.1.4.3 Frequência Média de Adultos

(FA) Frequência de adultos = Número total de adultos por minuto de aspiração.

3.1.4.4 Proporção de Fêmeas com Sangue

(FS) Fêmeas com sangue = Número de fêmeas com sangue/total de fêmeas coletadas x 100.

3.1.4.5 Proporção de Fêmeas com Ovos

(FO) Fêmeas com ovos = Número de fêmeas com ovos/ Total de fêmeas coletadas x 100.

3.1.4.6 Proporção de Fêmeas Vazias

(FV) Fêmeas vazias = Número de fêmeas vazias/Total de fêmeas coletadas x 100.

Obs: Para FS, FO e FV levou-se em conta o total coletado durante os cinco minutos de aspiração.

3.2 Dados do clima, do ambiente e qualidade da água do rio Pinheiros

As informações mensais de temperatura atmosférica e precipitação pluviométrica foram adquiridas junto à Empresa Metropolitana de Águas e Energia S.A. (EMAE), sediada na cidade de São Paulo, tendo uma estação junto ao canal do rio Pinheiros.

O perfil ecológico e geográfico do rio Pinheiros e a indicação espacial dos pontos de monitoramento de mosquitos adultos foram descritos pela observação *in loco* e utilização de imagens de satélite.

Os dados utilizados para avaliação da qualidade da água do rio Pinheiros foram obtidos a partir dos relatórios da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental - CETESB, órgão que efetua ações de gerenciamento da qualidade das águas na cidade de São Paulo (relatórios disponibilizados no *site* [http://: www.cetesb.sp.gov.br](http://www.cetesb.sp.gov.br)).

No caso do rio Pinheiros, o monitoramento da qualidade da água é realizado pelo referido órgão em dois pontos extremos do rio. O primeiro localiza-se dentro das coordenadas geográficas *W* 46°44' e *S* 23°31', próximo à sua foz, no rio Tietê, na estrutura do retiro (sentido Norte). O segundo ponto está localizado dentro das coordenadas geográficas *W* 46°40' e *S* 23°42', nas proximidades da usina elevatória da Pedreira (sentido Sul), sendo que as coletas de dados são aferidas na parte central do leito do rio.

3.3 As aplicações para o controle entomológico

Os dados pertinentes às atuais medidas de controle entomológico efetuadas no rio Pinheiros, foram coletados mediante pesquisa documental, conforme as fontes disponíveis no Centro de Controle de Zoonoses (CCZ) da Secretaria Municipal de Saúde de São Paulo e também via *on line* no site [http://: www.prefeitura.sp.gov.br](http://www.prefeitura.sp.gov.br) .

3.4 Tratamento dos Dados

A análise estatística foi feita com a utilização dos programas: SPSS[®] 12.0 *for Windows* e SAS[®] 9.1.3 *for Windows*.

Para análise foram utilizados os dados de frequência de adultos geral e segundo o sexo e o estado fisiológico das fêmeas.

Para a comparação dos dados de frequência de adultos com as aplicações de inseticidas, foram elaborados gráficos de barras para visualização e análise.

4 RESULTADOS

Inicialmente são apresentados os dados gerais da distribuição de *Cx. quinquefasciatus* às margens do rio Pinheiros e aspectos da infestação em cada ponto de coleta. Na sequência, são mostradas as proporções entre o sexo e estado fisiológico das fêmeas nos abrigos explorados. Após, são apontadas as diferenças nos níveis de qualidade da água nos dois pontos extremos do rio. Por último, foram elaborados gráficos com os dados das frequências de mosquitos adultos e aplicações de inseticidas, em uma série temporal. Desse modo foi possível analisar o impacto produzido pelas ações de controle na população dos mosquitos.

4.1 A distribuição de *Cx. quinquefasciatus* no rio Pinheiros

Durante o estudo foram coletados 104.318 mosquitos adultos da espécie *Cx. quinquefasciatus*, em dez (10) pontos localizados ao longo das duas margens do rio Pinheiros, conforme a distribuição apresentada na **Fig 8**. Os 10 pontos foram visitados no período de cinco meses e, dentre esses, 3 (pontos 4, 8 e 10) foram monitorados durante um ano. Nesta região, a espécie *Cx. quinquefasciatus* teve exclusividade entre os culicídeos.

O ponto 2, localizado no extremo norte do rio, apresentou frequência maior de mosquitos adultos, com um total de 19.717 amostras coletadas (**Fig. 9 e An. 2**) e Frequência Média de Adultos (FA) máxima de 541 mosquitos coletados por minuto de

aspiração (**An. 3**). O ponto que apresentou menor frequência foi o ponto 10, no extremo sul do rio, com um total de 257 mosquitos coletados e FA de 13 mosquitos coletados por minuto de aspiração.

A **Fig. 9** apresenta a distribuição das frequências dos mosquitos coletados por ponto, de modo mais detalhado. A distribuição no ponto 2 é mais dispersa comparada com os outros pontos de coleta, o que foi confirmado posteriormente na análise de variância.

Pela análise de variância e a estatística descritiva para os pontos de coleta (**Tabs. I e II do An. 4**) existe evidência estatística para dizer que as médias das frequências de adultos coletados entre alguns pontos são diferentes ($p < 0,05$). Para conferência de modo mais detalhado, utilizou-se o teste de comparação de médias de *Tukey*, comparando pares de médias por ponto, com evidência estatística suficiente para rejeitar a hipótese de igualdade de médias, isto é, as médias da frequência de mosquitos coletados nos pontos são diferentes para o ponto 2 com relação aos outros pontos ($p < 0,05$), somente não houve diferenças entre o ponto 2 e o ponto 4 ($p > 0,05$). Não houve diferenças significativas entre os outros pontos de coleta.

Figura 9. Distribuição das frequências de *Culex quinquefasciatus*, segundo pontos de coleta, no rio Pinheiros, São Paulo. Outubro de 2003 a março de 2004.

Na **Fig. 9** podem ser observados valores extremos aos normais (*outliers*) nos pontos de coleta 3, 4, 6, 8, e 9 referente a coleta número 10. Assim como nos pontos 5 e 9, referente à coleta número 18 e nos pontos 5, 7, 8, 9 e 10 referente às coletas de

números 16, 3, 6, 11, e 12 respectivamente. Os dados das frequências dessas coletas podem ser explorados mais detalhadamente no **An. 2**. Os números de *outliers* representam as coletas efetuadas em períodos de explosão de mosquitos e serão discutidos adiante.

A **Fig. 10** apresenta a frequência de mosquitos às margens do rio Pinheiros em três pontos de coleta (pontos 4, 8 e 10). Na sequência, o primeiro e o último ponto estão situados nos extremos norte e sul do rio e o outro no meio de sua extensão, conforme demonstrado anteriormente na **Figura 8**.

Figura 10. Distribuição de mosquitos adultos de *Cx. quinquefasciatus*, segundo mês e número da coleta, em três pontos de monitoramento às margens do rio Pinheiros, SP. Agosto de 2003 a agosto de 2004.

A **Fig. 10** está representada por uma distribuição sazonal da população de *Cx. quinquefasciatus* no rio Pinheiros, com grande flutuação e alguns intervalos na curva da frequência. De maneira geral, ocorreram intervalos em setembro, janeiro, final de março e início de abril e no mês de junho. Os maiores picos ocorreram em novembro e início de janeiro. Esses picos pronunciados permitem visualizar períodos de explosão na população de mosquitos. Nos meses chuvosos de janeiro, fevereiro e março houve frequência somente no ponto 4. O ponto 10 apresentou um grande pico no mês de agosto, seguido de reduzida população de adultos de mosquitos ao longo do período. Segundo informações do CCZ/PMSP, foram realizadas limpezas intensivas da vegetação de borda neste local, a partir do mês de agosto.

4.2 A proporção entre os sexos

A **Tab. 1** apresenta a distribuição das freqüências e porcentagens de mosquitos adultos de *Cx. quinquefasciatus*, segundo o sexo, nos 10 pontos de amostragens ao longo das margens do rio Pinheiros. Esta quantidade de pontos foi explorada por um período de cinco meses, com um total de 68.777 mosquitos coletados.

Pelos dados da **Tab. 1** pode ser observado que as fêmeas de *Cx. quinquefasciatus* estão distribuídas em menor número (37,7%), comparando-se com a freqüência de machos adultos (62,3%). Esta proporção foi mantida em todos os pontos de coleta, com exceção do ponto de número 10, que apresentou proporção aproximada entre fêmeas (46,7%) e machos (53,3%). Assim como, no ponto número 3, onde houve menor proporção de fêmeas (29,1%), com relação ao número de machos (70,9%), em comparação com os outros pontos de coleta de mosquitos.

Tabela 1. Distribuição das freqüências e porcentagens de adultos de *Culex quinquefasciatus*, segundo sexo e pontos de coleta. Rio Pinheiros, São Paulo. Outubro de 2003 a março de 2004.

Ponto	Macho	Fêmea	Total
	N (%)	N (%)	
1	4070 (68,0)	1914 (32,0)	5984
2	11780 (59,7)	7937 (40,3)	19717
3	3454 (70,9)	1419 (29,1)	4873
4	8681 (63,4)	5011 (36,6)	13692
5	5869 (61,3)	3709 (38,7)	9578
6	847 (63,1)	496 (36,9)	1343
7	1618 (63,2)	941 (36,8)	2559
8	2728 (55,0)	2228 (45,0)	4956
9	3652 (62,8)	2166 (37,2)	5818
10	137 (53,3)	120 (46,7)	257
Total	42836 (62,3)	25941 (37,7)	68777

A **Fig. 11** apresenta a distribuição das freqüências de mosquitos adultos, segundo sexo, a cada mês, observando somente os dados dos três pontos de coleta que foram monitorados durante o período de um ano. Essa figura mostra uma forma mais homogênea dos dados de freqüência de mosquitos adultos segundo sexo ao longo da calha do rio, em uma série temporal. Os picos pronunciados mostram mudanças numéricas intensas na população, durante o período de estudo. Nesta curva, o crescimento inicial da população de *Cx. quinquefasciatus* se fez nos meses de outubro, abril e julho.

Figura 11. Distribuição mensal de mosquitos adultos de *Culex quinquefasciatus*, segundo sexo, em três pontos de coleta no rio Pinheiros, SP. Agosto de 2003 a julho de 2004.

Os dados da **Fig. 11** confirmam a predominância de mosquitos machos sobre fêmeas que, de maneira geral, estiveram distribuídas em menor número ao longo dos abrigos e durante todo o ano, a cada mês.

A **Fig. 12** apresenta os dados acima mencionados por medidas de proporção, sendo que para esses valores foi utilizado o total dos dados de frequência de mosquitos coletados em todos os pontos de monitoramento.

Figura 12. Proporção mensal de mosquitos adultos de *Culex quinquefasciatus*, segundo sexo, rio Pinheiros, SP. Agosto de 2003 a julho de 2004.

Estes dados mostram proporção maior de fêmeas de *Cx. quinquefasciatus* nos meses de setembro (47,2%), dezembro (43,6%) e junho (43,9%), que excederam com a frequência relativa geral de fêmeas que foi de 37,4% conforme demonstrado mais detalhadamente no **An. 5**. Por outro lado, os meses de novembro (31,6%), março (32%) e agosto/04 (24,3%) foram os que apresentaram menor proporção de fêmeas, com relação ao número de indivíduos machos (68,4; 68,0 e 75,7% respectivamente), em comparação com a frequência geral de mosquitos nos abrigos segundo o sexo.

4.3 Estado Fisiológico das fêmeas

A **Tab. 2** apresenta a distribuição das frequências e proporção das fêmeas de *Cx. quinquefasciatus* em diferentes estados fisiológicos. Nesta tabela foram utilizados os

dados das coletas realizadas nos dez pontos de amostragem, durante o período de estudo de cinco meses. Os dados estão diferenciados por pontos de coleta, sendo que, durante este período, foram realizadas coletas sequenciais nesses pontos, de forma a homogeneizar os valores das amostras.

Nos abrigos, a população de fêmeas de *Cx. quinquefasciatus* apresentou proporção maior de indivíduos em estado fisiológico vazio (89,6%), seguido de fêmeas com ovos (9,1%) e menor quantidade de fêmeas com sangue (1,3%) (**Tab. 2**). Os pontos 6, 9 e 10 apresentaram uma proporção maior de fêmeas com sangue nos abrigos (3,4; 4,8 e 6,7% respectivamente), em comparação com a frequência relativa geral dos outros pontos, durante o período.

Tabela 2. Distribuição das frequências e proporção de fêmeas adultas de *Culex quinquefasciatus*, segundo estado fisiológico e pontos de coleta. Rio Pinheiros, São Paulo. Outubro de 2003 a março de 2004.

Ponto	FV	FS	FO	Total
	N (%)	N (%)	N (%)	
1	1779 (92,9)	18 (0,9)	117 (6,1)	1914
2	7382 (93,0)	68 (0,9)	487 (6,1)	7937
3	1331 (93,8)	25 (1,8)	63 (4,4)	1419
4	4546 (90,7)	16 (0,3)	449 (9,0)	5011
5	3076 (82,9)	57 (1,5)	576 (15,5)	3709
6	422 (85,1)	17 (3,4)	57 (11,5)	496
7	841 (89,4)	7 (0,7)	93 (9,9)	941
8	2031 (91,2)	14 (0,6)	183 (8,2)	2228
9	1771 (81,8)	104 (4,8)	291 (13,4)	2166
10	74 (61,7)	8 (6,7)	38 (31,7)	120
Total	23253 (89,6)	334 (1,3)	2354 (9,1)	25941

FV: Fêmeas vazias; FS: Fêmeas com sangue; FO: Fêmeas com ovos.

A **Fig. 13** mostra a proporção de fêmeas nos abrigos, segundo o estado fisiológico. Nesta figura foram utilizados os dados gerais de frequência de mosquitos adultos, nos dez pontos de amostragem, durante o período de um ano, mês a mês. Considerando que esses últimos dados não são homogêneos, os valores foram tratados somente com medidas de proporção.

A população de fêmeas adultas de *Cx. quinquefasciatus* apresentou diferentes proporções no estado fisiológico, considerando uma série temporal. Conforme apresentado na **Fig. 13**, houve proporção maior de fêmeas com sangue, principalmente nos meses de agosto (3,6%), setembro (3,6%), junho (2,9%) e agosto/04 (11,4%). Em geral, durante o ano, as fêmeas com sangue apresentaram frequência relativa nos abrigos de 1,6% (**An. 6**).

Nos períodos mais quentes, as fêmeas com sangue estiveram presentes em baixa frequência, apresentando, no entanto, um ritmo contínuo nas atividades reprodutivas (**Fig. 13**). No mês de novembro e fevereiro ocorreu uma proporção maior de fêmeas vazias nos abrigos (92,3 e 94,0% respectivamente) (**An. 6**). Esses últimos valores confirmam períodos de explosão de mosquitos, já comentados na **Fig. 10**. A análise desses valores permite elucidar algumas bases da dinâmica populacional das fêmeas de *Cx. quinquefasciatus* na área de estudo, o que será discutido adiante.

Figura 13. Proporção mensal de fêmeas adultas de *Culex quinquefasciatus* no rio Pinheiros, São Paulo, segundo estado fisiológico. Agosto de 2003 a agosto de 2004.

4.4 Dados climáticos

A temperatura do ar na região do rio Pinheiros teve Coeficientes de Variação (CV) típicos de áreas tropicais úmidas (**An. 7**). Os meses mais quentes foram de novembro a abril, com máxima em dezembro de 27,4°C e, em torno de 25°C nos meses subsequentes. A temperatura mínima ocorreu nos meses de agosto, junho e julho, com 11,3; 12,3 e 12,2°C respectivamente. Os níveis de pluviosidade foram menores nos meses de agosto e setembro (0,7 e 0,9mm) e mais intensos nos meses de fevereiro e abril (12,5 e 13,8mm) (**Fig. 14**).

Figura 14. Temperatura média máxima e mínima e pluviosidade média mensal, segundo mês de coleta, na região do rio Pinheiros, São Paulo. Agosto de 2003 a julho de 2004. Fonte: EMAE/2004.

4.5 Qualidade da água do rio Pinheiros

Na **Tab. 3**, os dados de qualidade da água do rio Pinheiros, mostrados na íntegra no **An. 1**, são testados para comparação das diferenças das médias. Para cada parâmetro existem dois locais de monitoramento, nos extremos norte e sul do rio Pinheiros.

Tabela 3. Teste de hipóteses: Teste de comparação das diferenças das médias dos parâmetros da qualidade da água.

Parâmetro	Teste t	Valor p	Intervalo de confiança 95%	
			Inferior	Superior
DBO (mg/l)	5,925	<0,0001 (*)	26,10	56,47
DQO (mg/l)	5,489	0,0001 (*)	41,29	97,71
OD (mg/l)	-2,274	0,9789	-3,80	-0,08
Fósforo (mg/l)	1,859	0,0438 (*)	-0,18	2,22
Cond (µS/cm)	3,755	0,0014 (*)	58,88	221,69
N amo (mg/l)	3,762	0,0014 (*)	3,91	14,69
Res T (mg/l)	6,537	<0,0001 (*)	74,57	149,14

Fonte: CETESB, 2004. (*) $p < 0,05$; rejeita-se a hipótese nula. $H_0: \mu_{\text{norte}} - \mu_{\text{sul}} \leq 0$, $H_A: \mu_{\text{norte}} - \mu_{\text{sul}} > 0$.

Existem diferenças significativas nas médias da maioria dos dados de qualidade da água, nos extremos norte e sul da calha do rio Pinheiros. No contexto, a média do ponto norte é maior que a média do ponto sul para os parâmetros DBO, DQO, Fosf. T, Condutividade, Nitrogênio Amoniacal e Resíduos Totais ($p < 0,05$). Para o parâmetro OD, não existe diferença significativa nas médias dos níveis de qualidade da água entre os pontos extremos do rio ($p > 0,05$) (**Tab. 3 e An. 1**).

Durante o ano de 2003 a 2004, a temperatura da água do rio Pinheiros teve algumas variações, situando-se entre 17 a 30°C (**An. 1**), acompanhando sensivelmente a variação térmica do ar, que esteve entre 18 a 30°C nos dias de coleta dos dados. A temperatura da água apresentou-se um pouco elevada nos dois pontos de monitoramento, mantendo-se mais acentuada na região ao sul, próximo à represa Billings. O pH manteve-se constante entre 7,1 e 7,5.

4.6 O impacto das aplicações de controle na população de *Cx quinquefasciatus*

As **Figs. 15 a 25** mostram a flutuação da população de mosquitos adultos de *Cx. quinquefasciatus* às margens do rio Pinheiros, em cada ponto de coleta, em justaposição com as aplicações de produtos inseticidas na área que circunda o rio. Conforme explanado anteriormente, durante o período de estudo foram aplicados no local, produtos à base de organofosforados, como o larvicida Temefós (aleatoriamente) e piretróides, como a Cipermetrina (aleatoriamente) e Betacyfluthrin (diariamente). Além disso, foi aplicado o entomopatógeno à base de *B. sphaericus* na parte marginal do rio, com frequência mensal.

Figura 15. Distribuição da população de adultos de *Culex quinquefasciatus* no rio Pinheiros e aplicação de inseticida, segundo mês e número da coleta. Outubro de 2003 a março de 2004. Ponto 1.

Durante o período de estudo foram realizadas, no ponto 1, quatro aplicações de Cipermetrina, uma de Temefós e cinco de *Bs* (**Fig. 15**). Em novembro, entre as coletas 4 e 5, foram realizadas aplicações concomitantes de Cipermetrina e *Bs*. A partir desta data, até o mês de dezembro, foram realizadas aplicações seqüenciadas de Cipermetrina. Mesmo assim, ocorreu um pico explosivo na população de mosquitos no final de novembro. No mês de outubro foi efetuada uma aplicação do larvicida temefós, tendo uma redução na frequência da população de mosquitos, constatada na coleta posterior, de número 3. No mês de fevereiro, foi efetuada uma aplicação de *Bs*, seguido de um pico na frequência de mosquitos, constatado na coleta 17.

A região do ponto de coleta de número 2 passou por quatro aplicações de Cipermetrina e seis de *Bs* no período de estudo (**Fig. 16**). Todas as aplicações de Cipermetrina foram seguidas de redução da população de mosquitos. O mesmo ocorreu com a aplicação de *Bs* durante o mês de novembro, onde a população de mosquitos

diminuiu acentuadamente. E, no mês de janeiro, na coleta de número 15, após a aplicação de *Bs* houve um aumento explosivo na população de mosquitos nessa região da extremidade do rio.

Figura 16. Distribuição da população de adultos de *Culex quinquefasciatus* no rio Pinheiros e aplicação de inseticida, segundo mês e número da coleta. Outubro de 2003 a março de 2004. Ponto 2.

No ponto de coleta de número 3 (Fig. 17), são observadas duas aplicações de Cipermetrina, duas do larvicida Temefós e sete de *Bs*, durante o período de estudo. Em conformidade com os gráficos anteriores, este desenho mostra um pequeno intervalo na frequência de adultos de mosquitos entre os meses de outubro e novembro, março e abril, e um pico acentuado em janeiro. No final do mês de maio foi efetuada uma aplicação de *Bs*, tendo que a população de mosquitos diminuiu de forma contínua até meados do mês de julho.

Figura 17. Distribuição da população de adultos de *Culex quinquefasciatus* no rio Pinheiros e aplicação de inseticida, segundo mês e número da coleta. Outubro de 2003 a julho de 2005. Ponto 3.

O ponto de número 4 (**Fig. 18**) passou por duas aplicações de Cipermetrina, uma de Temefós e onze de *Bs*, dentro do período de estudo. Em setembro foi efetuada uma aplicação concomitante do adulticida Cipermetrina com o larvicida *Bs*. E, no início de outubro, foram realizadas duas aplicações de *Bs* nessa mesma região do rio. Mesmo assim, a frequência de mosquitos adultos teve um aumento seqüenciado acompanhando o limiar das gerações. Essa região da extensão do rio revela um desenho com três curvas populacionais, sendo no período de outubro a novembro; dezembro a janeiro e fevereiro a março. Ocorreram ainda, duas explosões na coleta 16, no final de novembro e na coleta 20, no início de janeiro. O ponto 4 teve uma aplicação de *Bs* no início de junho, seguido de queda na frequência de mosquitos.

Figura 18. Distribuição da população de adultos de *Culex quinquefasciatus* no rio Pinheiros e aplicação de inseticida, segundo mês e número da coleta. Agosto de 2003 a julho de 2005. Ponto 4.

O ponto de número 5 está situado na parte central do canal do rio (**Fig. 8**). A **Fig. 19** mostra um desenho de grande flutuação na população de mosquitos nessa região, com picos acentuados no início de dezembro, fevereiro e em março. Essas explosões são características de épocas de verão, e resultam em sobreposições nas gerações de mosquitos. Neste ponto, todas as aplicações de *Bs* e de Cipermetrina foram seguidas de redução na frequência de mosquitos.

Figura 19. Distribuição da população de adultos de *Culex quinquefasciatus* no rio Pinheiros e aplicação de inseticida, segundo mês e número da coleta. Outubro de 2003 a março de 2005. Ponto 5.

Na **Fig. 20** observa-se que o ponto de coleta número 6 passou por três aplicações do adulticida Cipermetrina e seis do larvicida *Bs*, dentro do período. Neste ponto, também localizado na metade da extensão do rio, ocorreu uma grande flutuação na frequência de mosquitos, com picos característicos de explosão da população, seguidos de rápida dispersão destes.

Figura 20. Distribuição da população de adultos de *Culex quinquefasciatus* no rio Pinheiros e aplicação de inseticida, segundo mês e número da coleta. Outubro de 2003 a março de 2004. Ponto 6.

Ainda na **Fig. 20**, observa-se que no final de dezembro, os níveis de temperatura alta e a ocorrência de chuvas moderadas (**Fig. 10**), resultaram em uma explosão de mosquitos no início de janeiro, o que será discutido adiante. Haja vista que essa ocorrência vem sendo apresentada em todos os pontos de coleta. No caso do ponto 6, nos meses de dezembro, janeiro e março, as aplicações de *Bs*, assim como de Cipermetrina, não contiveram esses picos explosivos da população de *Cx. quinquefasciatus*.

No ponto de coleta número 7 (**Fig. 21**) foram aplicados dois preparados de Cipermetrina e sete de *Bs*, durante o período de estudo. Este ponto apresenta uma flutuação da população de mosquitos característica da região mais ao sul da extensão do rio, com forte influência da ocorrência de chuvas na região.

Figura 21. Distribuição da população de adultos de *Culex quinquefasciatus* no rio Pinheiros e aplicação de inseticida, segundo mês e número da coleta. Outubro de 2003 a agosto de 2004. Ponto 7.

Em vista do exposto, no ponto 7 (**Fig. 21**), chama-se à atenção para o intervalo na frequência de mosquitos nos meses de fevereiro, março e abril e a ocorrência de picos acentuados de pluviosidade, apresentados na Fig. 10. Nesse intervalo, foram aplicadas duas doses de *Bs* e uma de Cipemetrina, seguidas de quase ausência da população de mosquitos.

Figura 22. Distribuição da população de adultos de *Culex quinquefasciatus* no rio Pinheiros e aplicação de inseticida, segundo mês e número da coleta. Agosto de 2003 a julho de 2004. Ponto 8.

No mês de novembro foi efetuada uma aplicação de *Bs*, seguida de redução na população de mosquitos (**Fig. 21**). Acerca disso, deve ser considerada a possibilidade do

pico anterior à aplicação do *Bs* ser isolado, isto é, resultado de explosão de mosquitos e dispersão em massa dos adultos jovens.

No ponto 8 (**Fig. 22**) foram feitas duas aplicações de Cipermetrina e treze de *Bs*, dentro do período. Essa área apresenta uma quebra na frequência de mosquitos em épocas de cheias, nos meses de fevereiro, março e abril, em conformidade com o ponto 7, localizado na outra margem do rio. Dentro desse período, foram efetuadas quatro aplicações de *Bs* e uma de Cipermetrina, seguidas de reduzida população de mosquitos. Em outros momentos, esse ponto apresenta picos elevados, seguidos de queda brusca da população de adultos. Nas coletas 17 e 36 as aplicações de *Bs* não contiveram a ocorrência desses picos.

Figura 23. Distribuição da população de adultos de *Culex quinquefasciatus* no rio Pinheiros e aplicação de inseticida, segundo mês e número da coleta. Outubro de 2003 a agosto de 2004. Ponto 9.

O ponto número 9 (**Fig. 23**), localizado no Projeto Pomar (projeto paisagístico, desenvolvido pela Secretaria do Meio Ambiente, do Governo do Estado, que visa a recuperação do espaço geográfico às margens do rio), teve cinco aplicações de *Bs* na água do rio, sendo que não houve aplicações de outros produtos na vegetação marginal. Este ponto apresentou três curvas bem definidas na flutuação da população de mosquitos, com intervalos nos meses de novembro, fevereiro, abril e julho. Os intervalos de fevereiro e abril serão melhores esclarecidos na discussão deste estudo. Assim como, na coleta 34, onde foi efetuada aplicação de *Bs* com queda na frequência de mosquitos, vale lembrar que nesse período houve redução na frequência da população em todos os outros pontos de monitoramento.

Figura 24. Distribuição da população de adultos de *Culex quinquefasciatus* no rio Pinheiros e aplicação de inseticida, segundo mês e número da coleta. Agosto de 2003 a Julho de 2004. Ponto 10.

No ponto 10 (**Fig. 24**), localizado do outro lado da margem do Projeto Pomar, foram efetuadas nove aplicações de *Bs* durante o período de estudo e nenhuma aplicação de outros produtos, com exceção do adulticida Betacyfluthrin, o qual é pulverizado diariamente em toda a extensão do rio. Neste ponto, no mês de agosto, houve uma explosão na população de mosquitos e no restante do ano a frequência diminuiu acentuadamente, de forma contínua.

5 DISCUSSÃO

5.1 Distribuição da população de mosquitos adultos no rio Pinheiros

Os dados indicam concentração maior da população de *Cx. quinquefasciatus* no sentido norte, próximo ao rio Tietê. Conforme a **Tab. 3 e o An. 1**, os níveis de qualidade da água são diferentes nas duas extremidades do rio, conferindo maior estado poluidor ao norte, próximo ao rio Tietê. Além disso, apontam para um leve fluxo da água, em direção ao seu curso original, sentido sul-norte. Essa condição elucida para uma tendência da água a levar tanto os poluentes, como os ovos e as larvas dos mosquitos para essa direção, com eclosões nestes locais, após períodos prolongados de chuva. As eclosões das larvas de *Cx. quinquefasciatus* são favorecidas pelo estancamento e condições ideais da água do rio, tendendo para a ocorrência de explosões nesses locais.

Este fato é confirmado na **Fig. 10**, que apresenta uma forma mais detalhada da dinâmica da população de *Cx. quinquefasciatus* ao longo do canal do rio. Durante o período de maior precipitação (**Fig. 14**), a água parece ter arrastado boa parte das formas imaturas de mosquitos para o lado norte do rio, nas proximidades do ponto 4. As condições adequadas do local propiciaram o crescimento da população de mosquitos somente nessa região, durante esse período. Em confirmação, os maiores índices de frequência estiveram concentrados nos pontos 2 e 4 (**Fig. 9 e An. 2**), localizados no extremo norte e na margem esquerda do rio (**Fig. 8**).

Por outro lado, as águas do extremo sul da calha do rio apresentam índices de qualidade superiores, em comparação ao extremo norte, o que as caracteriza como sendo menos poluídas (**Tab. 3 e An. 1**). Entretanto, apesar de ter os menores índices de frequência de mosquitos adultos (Pontos 5 a 10), os pontos de monitoramento localizados nesta extremidade do rio (**Fig. 8**) possuem as condições da água e do ambiente mais adequadas para o desenvolvimento de imaturos de *Cx. quinquefasciatus*. Essa condição pode ser favorecida, principalmente, pelas diferenças nos níveis de temperatura da água e também na vegetação de borda ao longo do rio.

Pelo exposto, a afirmação acima pode ser entendida pela flutuação da população de mosquitos do ponto 10 (**Fig. 10**), onde ocorreu uma explosão no mês de agosto,

sendo que no restante do ano a frequência de *Cx. quinquefasciatus* se manteve em baixos níveis, e de forma contínua. Acerca dessa explosão, no **An. 9** pode ser observado uma quantidade muito superior de fêmeas neste intervalo, o que denota um aumento nas atividades reprodutivas, dentre essas, a procura por criadouros.

Na extremidade sul do rio Pinheiros, a temperatura da água é sempre maior, com relação ao outro extremo (**An. 8**), exceto em dias de chuva. Nessa ocasião, ocorreram baixos índices de pluviosidade, conforme demonstrado na **Fig. 14**. O que, adicionado às temperaturas altas da água, em pleno inverno, pode ter favorecido a proliferação explosiva de formas imaturas nessa região. Em vista disso, este local pode ser considerado como área de risco para explosões de *Cx. quinquefasciatus*, nos períodos com temperaturas baixas e pouca pluviosidade.

5.2 Bioecologia de *Cx. quinquefasciatus* às margens do rio Pinheiros

5.2.1 A flutuação dos mosquitos na curva populacional

O gráfico da **Fig. 11** mostra uma variedade de gerações ao longo do ano, sendo que na estação quente ocorre sobreposição de gerações, principalmente pelo ritmo contínuo nas atividades de reprodução das fêmeas adultas (**Fig. 13**). E, no período com temperaturas mais baixas, a geração se mostra mais curta. A população teve a frequência aumentada em épocas de calor e após o período de chuvas.

Em países tropicais, como no caso do Brasil, o gráfico de variação da temperatura geralmente tem característica linear, principalmente nos estados próximos à linha do equador, como o estado de Pernambuco, onde a temperatura, em 1990, variou entre 24 a 28°C e umidade relativa entre 67 a 85% (REGIS *et al* 1995). No caso da cidade de São Paulo, que fica mais próxima dos trópicos, a temperatura teve uma variação média de 12 a 27°C e um coeficiente de variação mensal de até 28% (**Fig. 14 e An. 7**), no período de estudo. O que implica em ausência de grandes extremos, comparando-se com países temperados.

Por outro lado, a umidade relativa em países tropicais varia muito (entre 20 a 90%) (INPE 2005). Os níveis de umidade são diferentes antes, durante e após as chuvas. Segundo HARRINGTON & STORK (1995), o período de chuva tem influência direta e indireta na flutuação da população de adultos. A água da chuva, além de atrair o voo dos adultos e conseqüentemente à atividade destes, faz uma remoção de larvas e

ovos ao longo da extensão da área. Após o período de chuva, a umidade relativa do ar aumenta.

Com boa disponibilidade de vapor d'água no ambiente e temperatura adequada, as funções dos organismos ganham condições favoráveis para se desenvolver, podendo produzir explosões na população de insetos, como mostrado nas **Figs. 10 e 14**, onde, durante os meses de outubro, fevereiro e abril, ocorreram chuvas mais intensas, com um período de queda desta, em concomitância o inverso ocorreu na população de mosquitos; ou seja, redução na frequência de mosquitos, seguida de explosão da população.

Outro fator para a queda da frequência de adultos na curva populacional é o envelhecimento natural da população (CLEMENTS 1999). As **Figs. 10, 11 e 13** mostram a evolução do período de vida da população em estudo. As fêmeas em idade fértil aparecem nos meses de agosto e julho (**Fig. 13**) com proporção maior de fêmeas com sangue na população, apesar de haver um número reduzido de exemplares de fêmeas de mosquitos nesse mesmo período, como mostrado na **Fig. 12**. Na sequência, ocorre um período de menor proporção de fêmeas com sangue, o que leva a inferir o envelhecimento destas.

Na população que se desenvolveu nos períodos mais quentes, a condição acima mencionada não foi tão evidente. Segundo CLEMENTS (1999), a primeira geração após o período de inverno, possui menos reserva de energia na camada de gordura do corpo, como herança da geração passada, o que influencia diretamente no processo de fertilização. Diferentemente da população pós-verão. Como contrabalanço a primeira geração (nos períodos mais quentes) se desenvolve mais intensamente e de uma maneira contínua, pelo imediatismo das condições favoráveis do clima.

5.2.2 As variações nas frequências nas séries de explosões

Na **Fig. 9** foram observados valores extremos aos normais (*outliers*) nos pontos de coleta 3, 4, 6, 8, e 9 referente, em especial, a coleta de número 10. Por meio de uma análise mais criteriosa nos dados de campo (**An. 9**), pode ser observado que nessa coleta (efetuada no dia 06 de janeiro de 2004) houve proporção maior de fêmeas vazias (98,6; 99,6; 87,6; 99,2 e 91,5% respectivamente), comparando-se com fêmeas ingurgitadas (1,3; 0,3; 12,3; 0,8 e 0,2% respectivamente) e com ovos (ausência em todas os pontos, exceto no ponto 9 com 0,2%). Em atenção à proporção menor de fêmeas jovens,

comumente encontrada nas outras coletas (**Tab. 2**), assim como o percentual de fêmeas com ovos se manteve superior ao de fêmeas com sangue.

Além do exposto, nesta data de 06 de janeiro, foram coletados os valores máximos de Frequência de Adultos (FA) em quase todos os pontos ao longo da margem do rio (**An. 3**). O conjunto desses dados indica um quadro característico de explosão da população de mosquitos. As explosões são características marcantes do rio Pinheiros, formando sobreposições na curva populacional. Além disso, implicam em diferenças na dinâmica da população de *Cx. quinquefasciatus*, dentro de uma linha de normalidade.

5.2.3 O comportamento entre os sexos

Segundo WRENSCH (1993), a população de mosquitos machos e fêmeas tende iniciar em igual número. No rio Pinheiros, ao longo do tempo, a população de mosquitos machos representa 1,65 vezes a população de fêmeas (para cada 100 fêmeas existem 165 mosquitos machos nos abrigos explorados) (**Tab. 1**). Nesse caso, deve-se levar em conta que as atividades desenvolvidas pelos adultos machos de mosquitos são realizadas quase que totalmente aos arredores do criadouro.

As fêmeas de mosquitos vivem o bastante para completar um ou mais ciclos gonotróficos, passando por mudanças sequenciais de condições fisiológico e estado comportamental. Enquanto jovens, as fêmeas se alimentam de açúcar, aos arredores do local de emergência, permanecendo ainda neste ambiente para o acasalamento. Logo após saem para a alimentação de sangue, voltando ao local de criadouro para oviposição (CLEMENTS 1999).

O fato de haver reduzido número de fêmeas com sangue no local de coleta (**Tab. 1**) pode ser devido à procura por alimento de sangue em outros lugares e a uma propensa permanência no ambiente de hematofagia, enquanto se dá a digestão de sangue (FORATTINI 2002).

5.2.4 A questão da vegetação marginal – abrigo e energia para as formas adultas

Os dados da frequência média de mosquitos adultos por minuto, durante o período de cinco minutos de aspiração, apresentados no **An. 3**, mostra uma distribuição muito semelhante com os dados de frequência absoluta apresentados na **Fig. 9**. Esse fato vem demonstrar que o cálculo da frequência média por minuto (FA) é representativo para os locais de abrigo explorados, durante os cinco minutos de aspiração. Além disso, pode configurar que os mosquitos ficam distribuídos uniformemente nesses abrigos.

Se os mosquitos adultos permanecem às margens do rio, é porque encontram ali abrigo e alimento para manter suas reservas de energia.

Muitas espécies de mosquitos utilizam abrigos sob a vegetação para se proteger das condições não favoráveis do clima. São mecanismos de comportamento que os insetos respondem fotonegativamente, que causam a permanência destes dentro de densa vegetação durante o período quente do dia (BECK 1968).

Na ausência de locais mais favoráveis, podem ser selecionados outros menos favoráveis. No entanto, a taxa de sucesso no desenvolvimento da população diminui proporcionalmente à qualidade e quantidade de abrigos disponíveis. Nos locais onde há pouca sombra, os insetos são mortos rapidamente pelas altas temperaturas, principalmente durante os períodos secos e quentes (CLARK *et al* 1967).

O ponto 10 (**Fig. 10**) apresentou baixa frequência de formas adultas de *Cx. quinquefasciatus*, durante quase todo o ano, tendo que nesse local foram realizadas operações intensivas de limpeza da vegetação. Contudo, os mosquitos se propagaram para outros pontos do rio, em busca de condições ambientais mais favoráveis.

A necessidade por alguns tipos de abrigos como proteção às condições adversas do tempo, é um caso particular requerido por todos os insetos, uma vez que estes possuem uma condição térmica do corpo dependente do meio externo e necessitam permanecer dentro de um espaço de vida favorável às atividades essenciais, permitindo, assim, a persistência da população (CLARK *et al* 1967).

Por outro lado, a variação no clima produz um fluxo periódico no desenvolvimento da vegetação, o que favorece ou não abrigos para os diferentes estágios dos mosquitos nas diferentes estações do ano.

A concentração de açúcar é um aspecto importante na dinâmica da alimentação. Durante e após a primavera, com a presença de um número maior de flores no ambiente, aumenta a disponibilidade de alimento, tendo como consequência mais fonte de energia, principalmente para as fêmeas, que repassam essa reserva de energia para os descendentes na próxima geração (CLEMENTS 1999).

No ponto 9, local onde está situado o Projeto Pomar, existe maior quantidade de plantas com flores e arbustos sombreados, o que pode sinalizar a maior frequência de mosquitos nesse ponto, em comparação com o ponto 10, localizado na outra margem do rio, o qual possui vegetação baixa e reduzido número de mosquitos adultos (**Fig. 8**).

5.3 Os efeitos das aplicações de produtos inseticidas na população de mosquitos

Pelos dados apresentados nas **Figs. 15 a 25**, as aplicações de adulticidas e larvicidas às margens do rio Pinheiros, têm produzido pouco impacto na flutuação da população de mosquitos adultos, na área que circunda o rio. A distribuição da frequência da população de *Cx. quinquefasciatus* apresenta apenas uma flutuação natural sazonal, com intervalos entre as diferentes gerações, em conformidade com o envelhecimento dos mosquitos e também com os períodos mais frios e chuvosos do ano. Além disso, possui eventos de explosão, seguida de dispersão em massa dos mosquitos.

Foram efetuadas quatro aplicações do larvicida organofosforado Temefós, com redução na frequência de mosquitos, em três pontos ao longo da calha do rio Pinheiros. São eles: ponto 1 (**Fig 15**), ponto 3 (**Fig. 17**) e ponto 4 (**Fig. 18**). Nos pontos 1 e 3 as aplicações anteciparam à ocorrência de um intervalo natural da população de mosquitos, entre os meses de outubro e novembro, já comentado anteriormente. Ainda no ponto 3, a aplicação feita no início de maio, foi efetuada posteriormente a um pico de explosão da população de mosquitos, ocorrido também em outros pontos do rio. Esta explosão ocorreu durante uma queda na pluviosidade, após um período de chuvas (**Fig. 14**). Nos pontos 7, 8 e 9, a frequência de mosquitos baixou rapidamente após o pico, assim como no ponto 3. Entretanto, sem a aplicação do larvicida.

O larvicida Temefós tem sido aplicado nas águas do rio Pinheiros desde 1977, conforme o comentado em capítulo anterior. No ano de 1998, a população de *Cx. quinquefasciatus* já apresentava tolerância ao produto (BRACCO 1998). Nesse caso, as aplicações do preparado na água do rio, podem fazer com que esses mecanismos se intensifiquem ao longo das gerações. Por isso, a adoção de produtos inseticida deve ser antecedida de testes de suscetibilidade ao preparado.

As aplicações do produto adulticida piretróide Betacyfluthrin, efetuadas diariamente nas margens do rio, podem ter reduzido a população de adultos no geral, mas em um limiar contínuo, com tendência ao decréscimo em função do processo de resistência. Isso é justificado pela análise dos valores na curva populacional, onde os níveis de frequência de mosquitos não sofreram redução, em uma série temporal.

Durante o período de estudo, foram efetuadas algumas aplicações do entomopatógeno *Bs*, seguidas de picos explosivos na população de mosquitos. Como exemplo, citam-se as coletas realizadas no dia 06 de janeiro (**An. 9**), já comentado anteriormente. Nesse caso, e também em outras ocasiões, as aplicações do produto não contiveram picos característicos de época de verão (**Figs. 16, 17, 18, 20, 22, 23**).

Em determinados pontos de coleta tanto as aplicações de *Bs*, como as de Cipermetrina foram efetuadas após a ocorrência de picos explosivos, seguidas de redução brusca na frequência de adultos (**Figs. 19, 21 e 22**). Estes mosquitos podem ter se dispersado em virtude de sua própria dinâmica, na mesma rapidez com que se desenvolveram. Pois, tendem a voar em massa, em direção a abrigos mais favoráveis, em outros pontos, ao longo da extensão do rio. Essa condição também pode ser estendida para a questão da disponibilidade de abrigos e o manejo destes na área da margem do rio.

Nos períodos entre os meses de outubro e novembro; março e abril e junho e julho as aplicações tanto de *Bs*, como de Cipermetrina, foram seguidas de queda contínua na frequência de mosquitos adultos (**Figs. 15, 16, 17, 18, 22 e 23**). Acerca disso, vale lembrar que esses períodos foram marcados por intercalações entre as diferentes gerações de *Cx. quinquefasciatus*. Essa queda contínua nos valores de frequência pode ocorrer, ora pelo envelhecimento natural da população de mosquitos (outubro e novembro), ora pelos níveis elevados de chuva (março e abril), que interferem na curva populacional da espécie. No caso dos meses de junho e julho, esse período reflete também as baixas temperaturas do período de inverno que, além da aplicação do larvicida, são fatores fortemente contribuintes para reduzir a população de mosquitos.

No mês de agosto, no ponto de coleta número 10 (**Fig. 24**), houve uma explosão de mosquitos e, no restante do ano, uma redução acentuada e de forma contínua na frequência da população. Durante esse período foram efetuadas nove aplicações do entomopatógeno *Bs*. Entretanto, apesar da água do rio, neste ponto, se adequar ao desenvolvimento de *Cx. quinquefasciatus*, foram efetuadas limpezas contínuas na vegetação, às margens do rio, o que interferiu na contagem das amostras de mosquitos adultos.

O ponto de coleta número 9 (**Fig. 23**) apresentou grandes intervalos na frequência de mosquitos adultos entre os meses de fevereiro e abril, sendo que foi efetuada uma aplicação de *Bs*, anterior a este período. Nessa mesma ocasião ocorreram os maiores picos de pluviosidade (**Fig. 14**), o que pode ter carregado as formas imaturas dos mosquitos a partir deste ponto para a outra extremidade do rio, conforme já comentado anteriormente. Além disso, essa redução na frequência de mosquitos, pode não ser resultado somente do efeito do produto, uma vez que, com muitas chuvas, este é diluído na água, reduzindo sua efetividade.

5.3.1 A eficiência do *Bs* nas águas do rio Pinheiros

A temperatura é um dos fatores relevantes na eficiência do *Bs*. Decréscimos substanciais na temperatura são usualmente relatados para uma redução na atividade larvicida. CARVALHO PINTO & CONSOLI, citado por CONSOLI *et al*, em 1995, testaram cepas de *Bs* 2362 para *Cx. quinquefasciatus* em temperaturas de 15, 20 e 25°C e observaram uma redução de CL50 com o aumento da temperatura. As águas do rio Pinheiros apresentaram variação na temperatura de 17 a 30°C, durante o ano de estudo (An. 1), com picos de até 35°C no verão de 2003 (CETESB, 2005). Os picos mais altos de temperatura estão na extremidade sul da calha do rio. Essas condições devem ser consideradas no planejamento das aplicações do entomopatógeno, uma vez que aceleram a degradação deste, reduzindo sua atividade larvicida.

Em estudos preliminares realizados dentro de uma zona intertropical, onde foi aplicada a cepa 2362 de *Bs* contra larvas de *Cx. quinquefasciatus* em coleções de água, próximo ao meio urbano, na Vila Iaundé, sul de Camarões, África; HOUGARD *et al* (1993) constataram que nos períodos de maior densidade de mosquitos o impacto da aplicação teve maior efeito.

Uma das estratégias sugeridas pelos autores acima mencionados consiste em limitar a aplicação de larvicida para os períodos de densidade máxima de mosquitos. Ressalta-se que nessa região, o número de fêmeas, no verão, superou o número de machos em duas vezes. Essa condição não ocorreu no caso do rio Pinheiros, em que uma menor proporção de fêmeas se manteve constante durante todo o ano (Tab 1). No entanto, por meio de uma análise mais criteriosa, verificou-se que nos períodos de explosão, as fêmeas coexistem em maior número que os machos (An. 9). E ainda, que as atividades de reprodução nos períodos mais quentes são contínuas, gerando sobreposições nas gerações, conforme demonstrada na Fig. 13.

Somando-se a isso, para HOUGARD *et al* (1993), o padrão de chuvas, as condições em que o produto foi aplicado e a invasão de mosquitos de áreas não tratadas foram os principais fatores limitantes da eficácia do produto. A estratégia adotada depende das particularidades sócio-geográficas e de um estudo aprofundado da dinâmica da população de mosquitos.

No caso do rio Pinheiros, além do que foi comentado, outros fatores devem ser considerados na eficiência do larvicida, como por exemplo: os altos índices de salinidade da água. As águas do rio Pinheiros apresentam níveis elevados de condutividade elétrica, com os maiores níveis na parte norte da calha do rio (An. 1).

Essa condição pode reduzir a efetividade do larvicida, com decréscimos ainda mais acentuados nessa região.

Outros fatores são a grande concentração de poluentes no meio, aderência do preparado às partículas do sedimento, pouca movimentação da água, seguida de rápida sedimentação.

Para maior efetividade do larvicida biológico, sugere-se a elaboração de um modelo de protocolo, com provisão de testes de campo, segundo os protocolos padrão da WHO (1982), tendo como base, a ecologia e biologia da população de mosquitos. Este modelo pode servir de referência no conhecimento da regulação natural da população, de modo a identificar o impacto causado pelas aplicações de controle.

Para tanto devem ser testadas e observadas as características gerais da água, assim como a realização de ensaios de aderência do preparado às partículas do sedimento, natureza do sedimento, tempo de precipitação e toxicidade do produto no meio líquido.

Ressalta-se ainda, a importância de análises do conteúdo do estômago da larva, a fim de verificar se a população de imaturos de *Cx. quinquefasciatus* está incluindo os esporos na sua alimentação diária.

Como atividade de monitoramento se faz necessário a coleta de larvas ou adultos de mosquitos, com periodicidade mínima de quinze dias, para verificação do impacto do produto. Na análise dos dados deve-se levar em conta a flutuação natural da população, evitando vieses.

Segundo SERVICE (1993), entender o padrão ecológico de uma determinada espécie de mosquito é importante no desenvolvimento de aplicações de controle, especialmente quando este prevê a utilização de agentes biológicos, ora pelo modo de alimentação da larva, ora pela rápida biodegradação do preparado no meio.

6 CONCLUSÕES

Este estudo evidencia aspectos da distribuição de *Cx. quinquefasciatus* ao longo do leito do rio Pinheiros e os fatores que levam à infestação pela espécie. Além disso, mostra o impacto produzido pelas aplicações de controle na população de mosquitos, efetuadas neste local, a saber:

1. O meio aquático impactado do rio Pinheiros representa um excelente criadouro de *Cx. quinquefasciatus*, confirmado pela ocorrência de picos acentuados na frequência de mosquitos, com desenvolvimento de forma explosiva e exclusividade da espécie entre os culicídeos.
2. Constatou-se maior concentração da população de mosquitos no sentido norte, próximo ao rio Tietê. Relaciona-se isto com a tendência da água a levar tanto os poluentes, como os ovos e as larvas de *Cx. quinquefasciatus* em direção a esta extremidade do rio.
3. O ponto de monitoramento na extremidade sul do rio apresenta maior atividade reprodutiva das fêmeas e períodos de explosão na população de mosquitos em épocas de pouca pluviosidade e baixas temperaturas do ar. Haja vista a temperatura da água, que se mostra mais elevada nesta altura do rio, assim como a rica vegetação da margem oposta.
4. Ao longo do ano ocorre uma seqüência de gerações de *Cx. quinquefasciatus*, sendo que nos períodos mais quentes estas se sobrepõem. Ocasão da continuidade nas atividades reprodutivas das fêmeas, favorecida pelas condições ótimas do clima e maior disponibilidade de energia por meio do néctar floral.
5. As aplicações de adulticidas e larvicidas não apresentam influência nos níveis de frequência dos mosquitos adultos. Este fato se confirma pela curva normal na frequência da população e pela ocorrência de séries explosivas dos mosquitos, após a aplicação dos produtos.
6. Os principais fatores limitantes da atividade e toxicidade dos inseticidas relacionam-se com a ocorrência de chuvas, a invasão de mosquitos provenientes de áreas não tratadas e as particularidades da água do rio. E também, a falta de conhecimento da concentração do larvicida no meio líquido e da suscetibilidade dos mosquitos aos produtos. Assim como, às tendências do modo de alimentação das larvas de *Culex quinquefasciatus*.

7 RECOMENDAÇÕES

1. Para as ações de controle entomológico no rio Pinheiros, anteriormente à aplicação de inseticidas, recomenda-se a elaboração de um protocolo, com provisão de testes de campo, tendo como sugestão os seguintes itens: a natureza e concentração dos poluentes no meio, possível aderência do preparado às partículas do sedimento e a rapidez com que se processa a sedimentação das partículas, pela pouca movimentação líquida.

2. A espécie *Cx. quinquefasciatus* tem sido relatada com adaptação ao modo de alimentação do tipo filtrador, tendendo ser seletiva às partículas do alimento. Em vista disso, ressalta-se para a necessidade de inclusão de testes de conteúdo do estômago da larva, antes da adesão ao produto larvicida.
3. O estudo sugere aplicações especiais de produtos inseticidas na extremidade sul do canal, onde as atividades de reprodução das fêmeas são mais intensas pelas condições favoráveis do meio aquático. Este procedimento deve objetivar um impacto precoce na população de mosquitos.
4. Como atividade de monitoramento, após a implantação de ações de controle, torna-se essencial o gerenciamento ambiental, a limpeza seqüencial da vegetação aquática e aplicação concomitante de inseticida em toda a extensão da área do rio, a fim de prevenir infestações de mosquitos de outros pontos ainda não controlados. Assim como, a coleta e contagem de larvas ou da população de adultos, com periodicidade, no mínimo, quinzenal.
5. Chama-se a atenção para a recuperação das águas do rio Pinheiros, uma vez que estas servem de criadouros para os imaturos de mosquitos. A importância desta medida é justificada pelos seguintes benefícios: a) redução da poluição, seguida do aumento na efetividade dos inseticidas utilizados; b) redução no desenvolvimento de plantas aquáticas, que servem de abrigo para as larvas dos mosquitos, assim como prejudicam a absorção do larvicida de forma homogênea; c) aumento da biota natural e, por conseguinte, presença de predadores; d) redução de vetores, em especial o *Cx. quinquefasciatus*; e) redução geral dos agravos veiculados pela água poluída e f) eliminação do mau cheiro.
6. As ações devem ser integradas, tanto na retirada das plantas aquáticas da margem do rio, no tratamento prévio do esgoto despejado, na implantação de projetos seguros para a recuperação do fluxo da água do rio, bem como, nas medidas físicas, químicas e/ou biológicas no controle de vetores.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahid SMM, Lourenço-de-Oliveira R. Mosquitos vetores potenciais de dirofilariose canina na Região Nordeste do Brasil. **Rev Saúde Pública**. 1999; 33(6): 650-65.
- Asnis DS, Conetta R, Waldman G, Teixeira AA. The West Nile virus encephalitis outbreak in the United States. **Ann NY Acad Sci**. 2001; 951: 161-71.
- Barr AR. The distribution of *Culex p. pipiens* and *Culex p. quinquefasciatus* in North America. **Am J trop Med Hyg** 1957; 6: 153-165.
- Beck SD. **Insect photoperiodismo**. New York: Academic Press; 1968.
- Belkin J N. *Quinquefasciatus* or *fatigans* for the tropical (Southern) house mosquito (Diptera: Culicidae). **Proc. Entomol. Soc. Washington** 1977; 79(1): 45-52

- Bracco JE. **Avaliação da resistência a inseticidas em população de *Culex quinquefasciatus* (Diptera: Culicidae) do rio Pinheiros (São Paulo, Brasil)**. São Paulo; 1998 [Dissertação de mestrado – Faculdade de Saúde Pública da USP].
- Branco SM. **Ecossitêmica – uma abordagem integrada dos problemas do meio ambiente**. São Paulo: Edgar Blucher; 1989.
- Branco SM. **Poluição: a morte de nossos rios**. 2º ed. São Paulo: ASCETESB; 1983.
- Clark LR, Geier PW, Hugles RD, Morris RF. **Ecology of insect populations in theory and practice**. London: Methuen; 1967.
- Clements AN. **The biology of mosquitoes: sensory reception and behaviour**. Wallingford: CABI; 1999. v2
- Consoli RAGB, Carvalho-Pinto CJ, Oliveira MA, Santos BS, Lamounier MA, Alves RSA, Silva CMB, Rabinovitch L. Some environmental and biological factors influencing the activity of entomopathogenic *Bacillus* on mosquito larvae in Brazil. **Mem Inst Oswaldo Cruz**. 1995; 90(1):121-24.
- Consoli RAGB, Lourenço-de-Oliveira R. **Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil**. Rio de Janeiro: Fiocruz; 1994.
- CETESB – Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental [on line]. Disponível em URL: <http://www.cetesb.sp.gov.br> [2005 abr 11].
- Dahl C, Sahlen G, Grawe J, Johannisson A, Amners H. Differential particle uptake by larvae of three mosquito species (Diptera: Culicidae). **J Med Entomol**. 1993; 30: 537-543
- Denlinger DL. Dormancy in tropical insects. **Ann Rev Entomol**. 1986; 31:239-64.
- Davidson EW. Biochemistry and mode of action of *Bacillus sphaericus* toxins. **Mem Inst Oswaldo Cruz**. 1995; 90 (1): 81-86.
- [EMAE] Empresa Metropolitana de Águas e Energia S/A [on line]. Disponível em URL: <http://www.emae.sp.gov.br> [2005 abr 11].
- Esteves FA. **Fundamentos de limnologia**. 2ºed. Rio de Janeiro: Interciência; 1998.
- Forattini OP. **Culicidologia Médica: identificação, biologia e epidemiologia**. São Paulo: EDUSP; 2002. v2
- Forattini OP. **Entomologia Médica**. São Paulo: EDUSP; 1965.
- Gordh G, Headrick D. **A dictionary of entomology**. Wallingford: CABI; 2005.
- Harrington R, Stork NE. **Insect in a changing environment**. London: Academic Press; 1995.

- Hougard JM, Mbentengam R, Lochouarn L, Escaffre H, Darriet F, Barbazan P, Quillévéré D. Lutte contre *Culex quinquefasciatus* par *Bacillus sphaericus*: resultants d'une campagne pilote dans une grande agglomération urbaine d'Afrique équatoriale. **WHO Bulletin**. 1993; 71(3/4): 357-75.
- Humeres, SG, Almirón, WR, Sabattini, MS. Estimation of Genetic Divergence and Gene Flow between *Culex pipiens* and *Culex quinquefasciatus* (Diptera: Culicidae) in Argentina. **Mem. Inst. Oswaldo Cruz** 1998; 93(1): 57-62.
- [IMESP] Imprensa Oficial do Estado de São Paulo. São Paulo. **Constituição do Estado de São Paulo**. São Paulo: IMESP. 1989.
- [INPE] Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais [on line]. Disponível em URL: <http://www.cptec.inpe.br> [2005 abr 22].
- IPT. Divisão de minas e geologia aplicada. **Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo**. São Paulo, 1981.v.1.(Série Monografias,v.5)
- Linam, JH, Nielsen LT. Notes on the taxonomic separation of adult females of *Culex pipiens* L. and *Culex quinquefasciatus* Say. **Mosquito News** 1962; 22: 390-93
- Luna EJA, Pereira LE, Souza RP. Encefalite do Nilo Ocidental, nossa próxima epidemia?. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**. 2003; 12 (1): 7- 19.
- Kleerekoper H. **Introdução ao estudo da limnologia**. Porto Alegre: EDU/UFRGS; 1990.
- McLean RG, Ubico SR, Docherty DE, Hansen WR, Sileo L, McNamara TS. West Nile vírus transmission and ecology in birds. **Ann NY Acad Sci**. 2001; 951: 54-7.
- Merritt RW, Dadd RH, Walker ED. Feeding behavior, natural food, and nutritional relationships of larval mosquitoes. **Annu Rev Entomol**. 1992; 37: 349-76.
- Natal D & Marucci D. Aparelho de sucção tipo aspirador para captura de mosquitos. **Rev Saúde Publica** 1984; 18: 418-20.
- Natal D, Paganelli CH, Santos JLF. Composição da população adulta de *Culex* (*Culex quinquefasciatus* Say, 1823 em ecótopos próximos à represa Edgard de Souza, no município de Santana de Parnaíba, Estado de São Paulo, Brasil. **Rev Bras Ent**. 1991; 35 (3): 539-543.
- Regis L, Silva-Filha MHNL, Oliveira CMF, Rios EM, Silva SB, Furtado A. Integrated control measures against *Culex quinquefasciatus*, The vector of filariasis in Recife. **Mem Inst Oswaldo Cruz**. 1995; 90(1):115-19.
- Service MW. **Mosquito ecology: field sampling methods** 2º ed. London: Elsevier Applied Science Publ; 1993.
- Silva CEL, organizador. **Ecologia & Sociedade, uma introdução às implicações sociais da crise ambiental**. São Paulo: Loyola; 1978.

- Sirivanakarn S, White G B. Neotype designation of *Culex quinquefasciatus* Say (Diptera: Culicidae). **Proc. Entomol. Soc. Washington** 1978; 80(3): 360-72.
- SMA. Secretaria do meio ambiente e governo do Estado de São Paulo. **O Rio Pinheiros**. Centro de Editoração da Secretaria do Meio Ambiente de Estado do São Paulo. São Paulo, 96p. 2002.
- Taípe-Lagos CB, Natal D. Abundância de culicídeos em área metropolitana preservada e suas implicações epidemiológicas. **Rev Saúde Pública**. 2003; 37(3): 275-9.
- Turell MJ, Sardelis MR, Dohm DJ, O'Guinn ML. Potential North American vectors of West Nile virus. **Ann NY Acad Sci**. 2001; 951: 317-24.
- Urbiniatti PR, Sendacz S, Natal D. Imaturos de mosquitos (Díptera: Culicidae): caracterização de criadouros – Parque Ecológico do Tietê, Guarulhos, SP. **Rev Saúde Pública**. 2001; 35(5): 461-6.
- [VBSC] ©Valent BioSciences Corporation. **Vectolex ® G: Larvicida Biológico**. São Paulo, 2000.
- [WHO] World Health Organization. **The role of biological agents in integrated vector control and the formulation of protocols for field testing of biological agents. Report of the sixth meeting of the scientific working group on biological control of vectors**. WHO/TDR/VEC-SWG (6)/82.3, 46 pp. 1982
- Wrensch DL, Ebbert MA. **Evolution and diversity of sex ratio in insects and mites**. New York: Chapman & Hall; 1993.

ANEXOS

Anexo 1

Tabela I. Distribuição dos dados de qualidade da água do rio Pinheiros, São Paulo, SP, segundo dois pontos de monitoramento, situados no extremo norte (N), próximo à confluência com o rio Tietê, e no extremo sul (S), próximo à represa Billings. Julho de 2003 a julho de 2004.

Fonte: Disponível no site: <http://www.cetesb.sp.gov.br>

Mês	jul/03		set/03		nov/03		jan/04		mar/04		mai/04		jul/04	
Pontos	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S
Parâmetros														
pH	7	7,2	7	7,5	7	7,1	6,9	7,1	7	6,2	7,2	7	6,9	7
Temp Ág °C	19,6	24,5	17,5	28,5	21,4	29,1	25,3	25,2	26,3	31,8	22,5	29,9	20,7	24,3
Temp Ar °C	18	18,5	10	30,5	20,4	23	30,5	25	27	28,5	21	25	21	26,5
DBO mg/l	63	8	37	9	67	26	57	19	55	15	30	14	80	9
DQO mg/l	154	50	135	50	142	78	N	N	102	73	85	50	150	50
OD mg/l	0,1	3,9	0	5,9	0	0,5	0	0,5	0	0,1	0	0,2	0,1	2,7
Fósf T mg/l	2,8	0,6	0,79	0,4	2,2	0,8	3,4	3,2	1,47	1,3	0,8	0,4	2,9	0,5
Cond µS/cm	560	284	376	244	518	401	483	449	433	347	435	354	558	302
N amo mg/l	20,9	3,2	11	0,5	17,6	11	18,6	12,9	11,2	8,9	12,8	8,4	23,1	5,2
Res T mg/l	306	166	338	164	354	230	296	246	292	222	274	216	335	168

Parâmetros: **pH**: potencial de hidrogênio livre; **Temp Ág**: temperatura da água; **Temp Ar**: temperatura do ar; **DBO**: Demanda Bioquímica de Oxigênio; **DQO**: Demanda Química de Oxigênio; **OD**: Oxigênio Dissolvido; **Fósf T**: fósforo total; **Cond**: condutividade elétrica; **N amo**: nitrogênio amoniacal; **Res T**: resíduos totais.

Anexo 2

Tabela I. Distribuição das frequências de *Cx. quinquefasciatus*, segundo ponto de coleta, rio Pinheiros, São paulo. Coletas efetuadas no período de outubro de 2003 a março de 2004, em dez pontos de monitoramento.

Coleta	Data	NP	TM	FV	FC/S	FC/O	TF	GERAL
1	22/10/2003	1	52	7	0	9	16	68
2	29/10/03	1	28	17	0	2	19	47
3	05/11/03	1	124	79	0	0	79	203
4	12/11/03	1	102	68	0	22	90	192
5	20/11/03	1	201	48	0	15	63	264
6	26/11/03	1	592	210	0	3	213	805
7	11/12/03	1	130	54	0	1	55	185
8	15/12/2003	1	292	103	0	8	111	403
9	17/12/03	1	449	241	1	5	247	696
10	06/01/04	1	608	269	5	0	274	882
11	12/01/04	1	61	59	4	7	70	131
12	21/01/04	1	141	56	0	4	60	201
13	28/01/04	1	331	167	0	3	170	501
14	04/02/04	1	20	11	1	1	13	33
15	11/02/04	1	9	3	0	2	5	14
16	18/02/04	1	542	241	4	8	253	795
17	27/02/04	1	12	6	0	0	6	18
18	18/03/04	1	367	134	3	27	164	531
19	26/03/04	1	9	6	0	0	6	15
TP			4070	1779	18	117	1914	5984
1	22/10/2003	2	2	2	0	0	2	4
2	29/10/03	2	7	3	0	0	3	10
3	05/11/03	2	200	146	0	1	147	347
4	12/11/03	2	100	62	2	35	99	199
5	20/11/03	2	86	21	0	12	33	119
6	26/11/03	2	1293	531	0	33	564	1857
7	11/12/03	2	815	403	0	68	471	1286
8	15/12/2003	2	1017	832	13	119	964	1981
9	17/12/03	2	616	378	3	64	445	1061
10	06/01/04	2	1674	1012	0	0	1012	2686
11	12/01/04	2	712	351	33	50	434	1146
12	21/01/04	2	119	45	0	23	68	187
13	29/01/04	2	1243	1161	1	40	1202	2445
14	04/02/04	2	350	474	9	5	488	838
15	11/02/04	2	1793	960	2	0	962	2755
16	18/02/04	2	1250	752	4	11	767	2017
17	27/02/04	2	24	22	0	10	32	56
18	18/03/04	2	119	45	0	12	57	176
19	26/03/04	2	360	182	1	4	187	547
TP			11780	7382	68	487	7937	19717
1	22/10/2003	3	157	33	1	7	41	198
2	29/10/03	3	108	28	0	2	30	138
3	05/11/03	3	252	99	0	0	99	351

4	12/11/03	3	348	76	0	11	87	435
5	20/11/03	3	129	4	0	3	7	136
6	26/11/03	3	400	118	3	6	127	527
7	11/12/03	3	131	49	0	6	55	186
8	15/12/2003	3	25	4	0	0	4	29
9	17/12/03	3	257	126	1	0	127	384
10	06/01/04	3	1184	588	8	0	596	1780
11	12/01/04	3	52	15	3	3	21	73
12	21/01/04	3	118	21	4	7	32	150
13	28/01/04	3	53	18	0	5	23	76
14	04/02/04	3	22	7	1	4	12	34
15	11/02/04	3	12	6	0	0	6	18
16	18/02/04	3	164	132	4	5	141	305
17	27/02/04	3	8	2	0	0	2	10
18	18/03/04	3	22	3	0	3	6	28
19	26/03/04	3	12	2	0	1	3	15
TP			3454	1331	25	63	1419	4873
1	22/10/2003	4	102	11	1	16	28	130
2	29/10/03	4	219	80	0	3	83	302
3	05/11/03	4	633	249	0	0	249	882
4	12/11/03	4	434	161	5	16	182	616
5	20/11/03	4	159	32	0	18	50	209
6	26/11/03	4	1361	558	1	24	583	1944
7	11/12/03	4	969	756	0	180	936	1905
8	15/12/2003	4	1083	797	0	53	850	1933
9	17/12/03	4	442	317	0	24	341	783
10	06/01/04	4	1731	638	2	0	640	2371
11	12/01/04	4	85	90	1	13	104	189
12	21/01/04	4	6	6	0	0	6	12
13	29/01/04	4	143	93	0	5	98	241
14	04/02/04	4	53	67	0	16	83	136
15	11/02/04	4	443	173	4	34	211	654
16	18/02/04	4	646	332	1	15	348	994
17	27/02/04	4	97	95	0	22	117	214
18	18/03/04	4	56	78	0	10	88	144
19	26/03/04	4	19	13	1	0	14	33
TP			8681	4546	16	449	5011	13692
1	22/10/2003	5	2	3	0	1	4	6
2	29/10/03	5	29	12	0	0	12	41
3	05/11/03	5	247	122	0	1	123	370
4	12/11/03	5	237	89	0	4	93	330
5	20/11/03	5	31	7	0	2	9	40
6	26/11/03	5	57	11	0	0	11	68
7	11/12/03	5	784	615	0	413	1028	1812
8	15/12/2003	5	498	219	0	26	245	743
9	17/12/03	5	845	377	0	43	420	1265
10	06/01/04	5	138	55	4	0	59	197
11	12/01/04	5	62	14	3	1	18	80
12	21/01/04	5	145	72	0	37	109	254
13	28/01/04	5	50	14	1	10	25	75
14	04/02/04	5	350	474	9	5	488	838
15	04/02/04	5	2	1	2	0	3	5

16	18/02/04	5	1006	424	36	22	482	1488
17	27/02/04	5	0	0	0	0	0	0
18	18/03/04	5	1178	453	2	11	466	1644
19	26/03/04	5	208	114	0	0	114	322
TP			5869	3076	57	576	3709	9578
1	22/10/2003	6	0	0	0	0	0	0
2	29/10/03	6	2	0	0	0	0	2
3	05/11/03	6	127	66	0	2	68	195
4	12/11/03	6	26	8	0	3	11	37
5	20/11/03	6	1	0	0	1	1	2
6	26/11/03	6	24	17	0	1	18	42
7	11/12/03	6	104	71	0	21	92	196
8	15/12/2003	6	26	46	0	3	49	75
9	17/12/03	6	12	17	0	0	17	29
10	06/01/04	6	278	71	10	0	81	359
11	12/01/04	6	40	25	3	7	35	75
12	21/01/04	6	33	4	1	0	5	38
13	29/01/04	6	5	3	1	2	6	11
14	04/02/04	6	5	0	0	0	0	5
15	11/02/04	6	2	0	0	0	0	2
16	18/02/04	6	2	2	0	0	2	4
17	27/02/04	6	2	0	0	0	0	2
18	18/03/04	6	38	37	2	9	48	86
19	26/03/04	6	120	55	0	8	63	183
TP			847	422	17	57	496	1343
1	22/10/2003	7	0	0	0	0	0	0
2	29/10/03	7	1	0	0	1	1	2
3	05/11/03	7	407	243	0	4	247	654
4	12/11/03	7	54	43	0	5	48	102
5	20/11/03	7	97	17	0	6	23	120
6	26/11/03	7	35	19	0	0	19	54
7	11/12/03	7	41	33	0	11	44	85
8	15/12/2003	7	162	93	0	7	100	262
9	17/12/03	7	148	57	0	15	72	220
10	06/01/04	7	119	88	2	0	90	209
11	12/01/04	7	101	54	2	2	58	159
12	21/01/04	7	63	51	1	28	80	143
13	28/01/04	7	88	41	0	1	42	130
14	04/02/04	7	38	25	1	7	33	71
15	11/02/04	7	242	70	1	3	74	316
16	18/02/04	7	15	1	0	3	4	19
17	27/02/04	7	1	0	0	0	0	1
18	18/03/04	7	6	3	0	0	3	9
19	26/03/04	7	0	3	0	0	3	3
TP			1618	841	7	93	941	2559
1	22/10/2003	8	1	1	0	10	11	12
2	29/10/2003	8	90	55	0	5	60	150
3	05/11/03	8	67	32	0	0	32	99
4	12/11/03	8	10	0	1	1	2	12
5	20/11/03	8	16	15	0	3	18	34
6	26/11/03	8	628	448	0	47	495	1123
7	11/12/03	8	107	90	0	31	121	228

8	15/12/2003	8	216	129	0	15	144	360
9	17/12/03	8	213	133	0	17	150	363
10	06/01/04	8	1023	776	6	0	782	1805
11	12/01/04	8	247	282	4	40	326	573
12	21/01/04	8	18	25	0	7	32	50
13	29/01/04	8	26	17	2	3	22	48
14	04/02/04	8	11	7	0	0	7	18
15	11/02/04	8	34	8	1	0	9	43
16	18/02/04	8	2	1	0	0	1	3
17	27/02/04	8	1	0	0	1	1	2
18	18/03/04	8	14	9	0	3	12	26
19	26/03/04	8	4	3	0	0	3	7
TP			2728	2031	14	183	2228	4956
1	22/10/2003	9	2	2	0	10	12	14
2	29/10/03	9	31	4	0	0	4	35
3	05/11/03	9	23	6	0	3	9	32
4	12/11/03	9	7	5	0	0	5	12
5	20/11/03	9	8	3	0	0	3	11
6	26/11/03	9	90	47	0	8	55	145
7	11/12/03	9	78	38	0	14	52	130
8	15/12/2003	9	14	18	0	16	34	48
9	17/12/03	9	109	128	4	89	221	330
10	06/01/04	9	1117	476	43	1	520	1637
11	12/01/04	9	1128	632	47	60	739	1867
12	21/01/04	9	180	88	3	75	166	346
13	28/01/04	9	54	52	4	12	68	122
14	04/02/04	9	3	2	0	0	2	5
15	11/02/04	9	1	0	0	0	0	1
16	18/02/04	9	6	4	0	0	4	10
17	27/02/04	9	5	4	0	0	4	9
18	18/03/04	9	739	241	1	3	245	984
19	26/03/04	9	57	21	2	0	23	80
TP			3652	1771	104	291	2166	5818
1	22/10/2003	10	0	0	0	2	2	2
2	29/10/03	10	30	5	0	1	6	36
3	05/11/03	10	13	13	0	3	16	29
4	12/11/03	10	4	0	0	0	0	4
5	20/11/03	10	0	0	0	0	0	0
6	26/11/03	10	0	0	0	0	0	0
7	11/12/03	10	2	0	0	0	0	2
8	15/12/2003	10	6	5	0	3	8	14
9	17/12/03	10	3	0	1	1	2	5
10	06/01/04	10	3	4	0	0	4	7
11	12/01/04	10	4	4	0	1	5	9
12	21/01/04	10	25	18	3	21	42	67
13	29/01/04	10	16	10	0	3	13	29
14	04/02/04	10	4	3	2	0	5	9
15	11/02/04	10	3	1	0	0	1	4
16	18/02/04	10	4	1	1	0	2	6
17	27/02/04	10	2	0	0	0	0	2
18	18/03/04	10	12	9	0	0	9	21
19	26/03/04	10	6	1	1	3	5	11

TP			137	74	8	38	120	257
Total			42836	23253	334	2354	25941	68777

NP: número do ponto de coleta

TM: Total de mosquitos machos

FV: Fêmeas vazias

FC/S: Fêmeas com sangue

FC/O: Fêmeas com ovos

TF: Total de fêmeas

TP: Total parcial

Anexo 3

Figura I. Distribuição da frequência média por minuto (FA: Frequência de Adultos) de *Culex quinquefasciatus*, durante cinco minutos de aspiração, segundo dez pontos de amostragem ao longo da margem do rio Pinheiros, São Paulo. Outubro de 2003 a março de 2004.

Tabela I. Estatísticas descritivas para a frequência média por minuto (FA) de adultos de *Culex quinquefasciatus*, durante cinco minutos de aspiração, segundo dez pontos de amostragem ao longo da margem do rio Pinheiros, São Paulo. Outubro de 2003 a março de 2004.

Pontos	N	Mínimo	Máximo	Média	Dv padrão
1	19	2,8	176,4	62,98	59,65
2	19	0,8	541,0	207,02	193,97
3	19	2,0	356,0	51,29	80,24
4	19	2,0	474,0	144,13	152,15
5	19	0,0	362,0	92,40	122,66
6	19	0,0	72,0	14,14	19,33
7	19	0,0	131,0	26,82	31,57
8	19	0,4	361,0	52,16	93,20
9	19	0,2	373,4	61,27	111,98
10	19	0,0	13,4	2,68	3,33

Anexo 4

Tabela I. Estatísticas descritivas para a frequência de adultos de *Culex quinquefasciatus*, segundo dez pontos de amostragem ao longo da margem do rio Pinheiros, São Paulo. Outubro de 2003 a março de 2004.

	N	Mínimo	Máximo	Média	D. Padrão
P1	19	14	882	314,95	298,27
P2	19	4	2705	1035,11	969,85
P3	19	10	1780	256,47	401,22
P4	19	12	2371	720,63	760,76
P5	19	0	1812	462,00	613,34
P6	19	0	359	70,68	96,64
P7	19	0	654	134,16	157,84
P8	19	2	1805	260,84	466,04
P9	19	1	1867	306,37	559,93
P10	19	0	67	13,42	16,68

Tabela II. Análise de variância para os pontos de coleta

Fonte	Graus de liberdade	Soma de quadrados	Média quadrática	Teste F	Valor p
Ponto	9	16652421	1850269,015	6,826	0,000
Resíduo	180	48793294	271073,856		
Total	189	65445715			

Anexo 5

Tabela I. Distribuição das frequências e porcentagens de adultos de *Culex quinquefasciatus*, segundo sexo e mês de coleta, rio Pinheiros, São Paulo. Agosto de 2003 a agosto de 2004.

Mês	Macho	M%	Fêmea	F%	Total
ago	1845	58,7	1299	41,3	3144
set	403	52,8	360	47,2	763
out	3553	67,7	1696	32,3	5249
nov	8623	68,4	3978	31,6	12601
dez	9594	56,4	7405	43,6	16999
jan	13224	61,9	8137	38,1	21361
fev	6863	62,7	4091	37,3	10954
mar	6706	68,0	3160	32,0	9866
abr	2650	58,5	1881	41,5	4531
mai	6493	64,0	3656	36,0	10149
jun	3060	56,1	2391	43,9	5451
jul	1073	65,9	554	34,1	1627
ago	1228	75,7	395	24,3	1623
Total	65315	62,6	39003	37,4	104318

Anexo 6

Tabela I. Proporção mensal de fêmeas adultas de *Culex quinquefasciatus*, segundo estado fisiológico, nos dez pontos de coleta ao longo das margens do rio Pinheiros, São Paulo, no período de agosto de 2003 a agosto de 2004.

Mês	FV	FS	FO	Total
	N (%)	N (%)	N (%)	
ago	1097 (84,4)	47 (3,6)	155 (11,9)	1299
set	252 (70,0)	13 (3,6)	95 (26,4)	360
out	1431 (84,4)	10 (0,6)	255 (15,0)	1696
nov	3673 (92,3)	12 (0,3)	293 (7,4)	3978
dez	6129 (82,8)	23 (0,3)	1253 (16,9)	7405
jan	7465 (91,7)	201 (2,5)	471 (5,8)	8137
fev	3847 (94,0)	74 (1,8)	170 (4,2)	4091
mar	2896 (91,6)	27 (0,9)	237 (7,5)	3160
abr	1612 (85,7)	30 (1,6)	239 (12,7)	1881
mai	3220 (88,1)	76 (2,1)	360 (9,8)	3656
jun	2081 (87,0)	69 (2,9)	241 (10,1)	2391
jul	437 (78,9)	14 (2,5)	103 (18,6)	554
ago	284 (71,9)	45 (11,4)	66 (16,7)	395
Total	34424 (88,3)	641 (1,6)	3938 (10,1)	39003

FV: Fêmeas vazias; FS: Fêmeas com sangue; FO: Fêmeas com ovos.

Anexo 7

Tabela I. Distribuição da Temperatura Média máxima e mínima, com Coeficiente de Variação e Pluviosidade, segundo mês de coleta. Região do rio Pinheiros, São Paulo, SP. Agosto 2003 a julho de 2004.

Mês	Temp Máx	Temp Mín	Pluviosidade
	° C (CV)	° C (CV)	mm³
ago	19,9 (26,9)	11,3 (22,8)	0,7
set	22,5 (28,8)	13,8 (18,4)	0,9
out	24,5 (20,0)	15,5 (15,5)	2,3
nov	25,5 (18,4)	16,8 (15,7)	6,5
dez	27,4 (17,9)	18,3 (9,3)	5,8
jan	24,9 (14,3)	18,0 (9,1)	9,8
fev	25,5 (15,2)	18,0 (8,5)	12,5
mar	25,3 (12,3)	17,8 (11,4)	7,5
abr	25,6 (11,5)	18,2 (11,0)	13,8
mai	20,7 (16,9)	13,8 (20,7)	6,9
jun	21,3 (17,5)	12,3 (19,4)	9,5
jul	19,6 (23,3)	12,2 (22,1)	9,2

Fonte: EMAE / 2004

Anexo 8

Figura I. Distribuição da temperatura da água, do ar e pH do rio Pinheiros, segundo mês de coleta. São Paulo. Julho de 2003 a junho de 2004. Ponto de coleta ao Norte, próximo à congruência com o rio Tietê.

Figura II. Distribuição da temperatura da água, do ar e pH do rio Pinheiros, segundo mês de coleta. São Paulo. Julho de 2003 a junho de 2004. Ponto de coleta ao Sul, próximo a represa Billings.

anexo 9

Tabela I. Distribuição das frequências de *Cx. quinquefasciatus*, segundo sexo e estado fisiológico das fêmeas, em três pontos de coleta. Rio Pinheiros, SP.

Data	NP*	FV*	FS*	FO*	FF*	FM*	GERAL
19/08/03	4	161	0	8	169	283	452
21/08/03	4	101	1	30	132	161	293
26/08/03	4	13	0	1	14	41	55
02/09/03	4	12	0	9	21	43	64
09/09/03	4	0	0	0	0	12	12
22/09/03	4	1	0	1	2	2	4
29/09/03	4	4	0	9	13	18	31
14/10/03	4	17	0	1	18	51	69
17/10/03	4	43	0	2	45	120	165
22/10/2003	4	11	1	16	28	102	130
29/10/03	4	80	0	3	83	219	302
05/11/03	4	249	0	0	249	633	882
12/11/03	4	161	5	16	182	434	616
20/11/03	4	32	0	18	50	159	209
26/11/03	4	558	1	24	583	1361	1944
11/12/03	4	756	0	180	936	969	1905
15/12/2003	4	797	0	53	850	1083	1933
17/12/03	4	317	0	24	341	442	783
06/01/04	4	638	2	0	640	1731	2371
12/01/04	4	90	1	13	104	85	189
21/01/04	4	6	0	0	6	6	12
29/01/04	4	93	0	5	98	143	241
04/02/04	4	67	0	16	83	53	136
11/02/04	4	173	4	34	211	443	654
18/02/04	4	332	1	15	348	646	994
27/02/04	4	95	0	22	117	97	214
02/03/04	4	151	0	12	163	413	576
09/03/04	4	126	0	3	129	364	493
18/03/04	4	78	0	10	88	56	144
26/03/04	4	13	1	0	14	19	33
02/04/04	4	1	0	0	1	3	4
07/04/04	4	4	0	2	6	15	21
20/04/04	4	2	1	5	8	9	17
23/04/04	4	5	0	11	16	10	26
30/04/04	4	58	0	2	60	97	157
10/05/04	4	26	1	5	32	55	87
14/05/04	4	34	1	16	51	65	116
24/05/04	4	30	0	2	32	114	146
31/05/04	4	55	0	17	72	55	127
07/06/04	4	1	0	0	1	2	3
15/06/04	4	0	0	0	0	0	0
22/06/04	4	2	1	0	3	2	5
28/06/04	4	4	0	0	4	18	22

05/07/04	4	0	0	0	0	0,0	0
12/07/04	4	32,0	0	1,0	33	47,0	80
26/07/04	4	15,0	0	6,0	21	38,0	59
03/08/04	4	27,0	3,0	30,0	60	131,0	191
13/08/04	4	29,0	0	2,0	31	81,0	112
19/08/03	8	14	1	0	15	5	20
21/08/03	8	35	0	1	36	61	97
26/08/03	8	0	1	0	1	0	1
02/09/03	8	11	0	7	18	7	25
09/09/03	8	25	4	9	38	53	91
17/09/03	8	12	0	0	12	16	28
22/09/03	8	9	0	3	12	9	21
29/09/03	8	18	0	10	28	20	48
22/10/2003	8	1	0	10	11	1	12
29/10/2003	8	55	0	5	60	90	150
05/11/03	8	32	0	0	32	67	99
12/11/03	8	0	1	1	2	10	12
20/11/03	8	15	0	3	18	16	34
26/11/03	8	448	0	47	495	628	1123
11/12/03	8	90	0	31	121	107	228
15/12/2003	8	129	0	15	144	216	360
17/12/03	8	133	0	17	150	213	363
06/01/04	8	776	6	0	782	1023	1805
12/01/04	8	282	4	40	326	247	573
21/01/04	8	25	0	7	32	18	50
29/01/04	8	17	2	3	22	26	48
04/02/04	8	7	0	0	7	11	18
11/02/04	8	8	1	0	9	34	43
18/02/04	8	1	0	0	1	2	3
27/02/04	8	0	0	1	1	1	2
02/03/04	8	0	0	0	0	1	1
09/03/04	8	1	0	0	1	9	10
18/03/04	8	9	0	3	12	14	26
26/03/04	8	3	0	0	3	4	7
02/04/04	8	2	0	0	2	1	3
07/04/04	8	12	2	3	17	23	40
14/04/04	8	498	2	30	530	752	1282
20/04/04	8	79	0	49	128	142	270
23/04/04	8	188	16	66	270	398	668
30/04/04	8	121	1	8	130	206	336
10/05/04	8	400	17	18	435	1456	1891
14/05/04	8	33	2	6	41	33	74
24/05/04	8	252	8	51	311	322	633
31/05/04	8	127	1	19	147	324	471
07/06/04	8	728	19	52	799	884	1683
15/06/04	8	131	3	10	144	231	375
22/06/04	8	7	0	7	14	9	23
28/06/04	8	19	0	1	20	49	69
05/07/04	8	42	0	8	50	92	142
12/07/04	8	109,0	5,0	0	114	151,0	265
26/07/04	8	14,0	0	23,0	37	32,0	69
03/08/04	8	76,0	1,0	7,0	84	207,0	291

13/08/04	8	0	0	0	0	2,0	2
19/08/03	10	504	0	1	505	1054	1559
21/08/03	10	230	42	75	347	232	579
26/08/03	10	39	2	39	80	8	88
02/09/03	10	37	0	24	61	29	90
09/09/03	10	67	8	7	82	82	164
17/09/03	10	19	0	3	22	20	42
22/09/03	10	5	0	7	12	8	20
29/09/03	10	25	1	5	31	59	90
22/10/2003	10	0	0	2	2	0	2
29/10/03	10	5	0	1	6	30	36
05/11/03	10	13	0	3	16	13	29
12/11/03	10	0	0	0	0	4	4
20/11/03	10	0	0	0	0	0	0
26/11/03	10	0	0	0	0	0	0
11/12/03	10	0	0	0	0	2	2
15/12/2003	10	5	0	3	8	6	14
17/12/03	10	0	1	1	2	3	5
06/01/04	10	4	0	0	4	3	7
12/01/04	10	4	0	1	5	4	9
21/01/04	10	18	3	21	42	25	67
29/01/04	10	10	0	3	13	16	29
04/02/04	10	3	2	0	5	4	9
11/02/04	10	1	0	0	1	3	4
18/02/04	10	1	1	0	2	4	6
27/02/04	10	0	0	0	0	2	2
02/03/04	10	0	0	0	0	3	3
09/03/04	10	5	1	1	7	3	10
18/03/04	10	9	0	0	9	12	21
26/03/04	10	1	1	3	5	6	11
02/04/04	10	0	0	0	0	1	1
07/04/04	10	1	0	1	2	10	12
14/04/04	10	17	2	3	22	29	51
20/04/04	10	0	0	8	8	11	19
23/04/04	10	2	2	11	15	6	21
30/04/04	10	227	0	4	231	42	273
10/05/04	10	126	0	10	136	230	366
14/05/04	10	44	2	11	57	49	106
24/05/04	10	52	6	66	124	46	170
31/05/04	10	87	0	24	111	148	259
07/06/04	10	45	1	15	61	50	111
15/06/04	10	68	7	4	79	114	193
22/06/04	10	3	0	11	14	4	18
28/06/04	10	2	0	0	2	3	5
05/07/04	10	5,0	0	7,0	12	18,0	30
12/07/04	10	54,0	0	6,0	60	33,0	93
26/07/04	10	17,0	0	20,0	37	16,0	53
03/08/04	10	8,0	19,0	2,0	29	8,0	37
13/08/04	10	0	0	0	0	0	0

* **NP**: Número do Ponto; **FV**: Fêmeas Vazias; **FS**: Fêmeas com sangue; **FO**: Fêmeas com Ovos.

FF: Frequência de Fêmeas; **FM**: Frequência de Machos.