**Medida da Capacidade Vetorial de
Anopheles albitarsis e de *Anopheles*
(*Kerteszia*) no Vale do Ribeira, São Paulo.**

Roseli La Corte dos Santos

Tese de Doutorado apresentada ao
Departamento de Epidemiologia da Faculdade
de Saúde Pública da Universidade de São Paulo
para obtenção do Grau de Doutor.

Área de concentração:
Epidemiologia

ORIENTADOR: PROF. CATEDRÁTICO
OSWALDO PAULO FORATTINI

São Paulo

2001

Esta tese teve o apoio financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) – Bolsa de Doutorado 96/09174-4 e Projeto Temático 95/0381-4.

Ao
Claudio,
por todos esses anos de convivência.

Às
amigas Helene, Keilla e Zoraida,
pelas risadas gostosas que demos juntas.

À minha mãe,
por sua dedicação e seu exemplo alegre e simples de viver.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof. Oswaldo Paulo Forattini, por sua orientação segura, pela confiança que demonstra ao incentivar-me a aceitar os desafios, por seu empenho em abrir os caminhos e tornar essas laboriosas pesquisas de campo executáveis e, principalmente, por seu exemplo como ser humano e cientista.

Aos membros da banca examinadora, Prof. Delsio Natal, pelas sugestões na qualificação, por sua maneira bem humorada de fazer-nos respeitar os conceitos ecológicos e por sua preocupação com a vida profissional dos alunos; Prof^a. Iná Kakitani, pelas sugestões ao longo da pesquisa, pelas longas conversas na armadilha de Shannon e, principalmente, por coordenar a equipe de campo, ajudando a solucionar todos os problemas que surgiam, e não foram poucos; Prof. Marcelo Nascimento Burattini por receber-me prontamente todas as vezes em que o procurei, pelos livros que me emprestou, e por rir, afetuosamente, de minha teimosia; Prof. Ricardo Lourenço de Oliveira, por sua amizade e sugestões.

À Prof^a. Maria Anice Mureb Sallum, pelo incentivo e crédito que sempre me deu desde a iniciação científica, pelos conselhos ao longo de toda minha formação acadêmica e por haver-me amparado em meus dias de fraqueza.

Ao Prof. Eduardo Massad por haver-me apresentado aos modelos matemáticos.

Às minhas amigas Helene Ueno, Keilla Kobayashi e a que chegou depois, mas também mostrou-se verdadeira companheira, Zoraida Fernandez pela amizade sem reservas que pudemos desenvolver, pelo apoio que me deram nas coletas, com todos os simulídeos e culicídeos que tínhamos direito, e por cada ovário que me ajudaram a dissecar, tarefa de doer as costas.

Ao Claudio por todo apoio que me deu na preparação do texto, da apresentação e pelos diversos desenhos de mosquitos que já fez em todos esses anos. Obrigada sobretudo por sempre acreditar em minha capacidade, mesmo quando eu mesma estive descrente, nisso você e a Rute muito me honram.

Ao Claudio Casanova pelas discussões e sugestão da utilização da gaiola de isopor.

Ao Luiz Carlos, Décio, Francisco, Jair e Rui pela colaboração nos trabalhos de campo, à Rosa, Aristides e Justo pelo apoio nas atividades de laboratório, à Rosimeire pela colaboração com as dezenas de formulários, ao Daniel Flores pela ajuda com as fotografias e os mapas e à Dora pelo suporte nas questões financeiras e paciência com as notas erradas.

Ao Pedro Luiz Pinto pelo equipamento fotográfico.

Ao pessoal da Biblioteca pela simpatia e disposição com que acolhem todos os alunos desta faculdade. À Marcia, do serviço de aprimoramento, pela agilidade nos procedimentos burocráticos e ao Laurindo pelo apoio nas diversas vezes em que necessitei dos equipamentos audio-visuais.

Ao Laboratório de Meteorologia do Instituto Oceanográfico e ao Instituto Agrônomo de Campinas pelo fornecimento dos dados climáticos

À minha família, D. Inês, Daniel, Raquel, Rute, Regina, Rubens e Marli, pelo apoio nos longos períodos em que estive ausente, ajudando-me a administrar minha vida pessoal, pela preocupação com meu bem estar e integridade física, sobretudo quando comecei a dirigir pela BR 116, e por acreditarem e valorizarem esse trabalho.

RESUMO

Santos RLaC. **Medida da Capacidade Vetorial de *Anopheles albitarsis* e de *Anopheles (Kerteszia)* no Vale do Ribeira, São Paulo.** São Paulo, 2001 [Tese de doutorado – Faculdade de Saúde Pública da USP].

Objetivo. Estimar a Capacidade Vetorial de *Anopheles albitarsis* e *An. (Kerteszia)* com a finalidade de conhecer a receptividade do Vale do Ribeira, Estado de São Paulo, com relação à malária, tanto no ambiente natural, quanto no alterado para fins agrícolas. Para tanto, propõem-se determinar a variação da taxa de picadas/homem/dia, a taxa de sobrevivência diária e a duração do ciclo gonotrófico de ambos os grupos.

Material e métodos. Os estudos foram realizados em laboratório e no campo, em duas áreas do Vale do Ribeira, uma representada por fazenda com plantação de arroz irrigado e outra contígua à Mata Atlântica de encosta. Os dados referentes à taxa de picadas/homem/dia foram obtidos em colaboração com o Projeto Temático Fapesp 95/0381-4. Foram referentes às capturas de mosquitos com aspirador manual, de maio de 1996 a junho de 2000 para *An. albitarsis* e maio de 1996 a setembro de 1997 para *Kerteszia*. A taxa de sobrevivência diária foi estimada através de regressão linear dos dados obtidos a partir da técnica de marcação-soltura-recaptura e através do estudo da idade fisiológica. A duração do ciclo gonotrófico no campo foi estudada pela dissecação dos ovários de fêmeas soltas ingurgitadas e em laboratório pelo fornecimento de alimentação para as fêmeas e observação individual até a oviposição. O comprimento do ciclo extrínseco do parasita foi determinado pelo método de Oganov-Rayevsky.

Resultados. A taxa de picadas/homem/dia/ variou 0 a 628,5 para *An. albitarsis* e de 17,5 a 320,83 para *Kerteszia* no período estudado. A taxa de sobrevivência diária de *An. albitarsis* foi 0,61 e a de *Kerteszia* 0,45. A duração do ciclo gonotrófico de *An. albitarsis* foi de 2,5 dias no campo e de 4 dias em laboratório; a de *Kerteszia* foi de 3,5 dias em laboratório e não pôde ser determinada no campo. A Capacidade Vetorial foi igual a zero nos meses frios para ambos os grupos; nos meses quentes apresentou

picos em janeiro, fevereiro e março com valor máximo de 0,803 em fevereiro de 1998 para *An. albitarsis*. Para *Kerteszia* o valor máximo encontrado foi de 0,081 em janeiro de 1997.

Discussão. O modelo da Capacidade Vetorial indicou pequena possibilidade da ocorrência de malária endêmica no Vale do Ribeira veiculada por *An. albitarsis*. Os valores observados para os meses quentes apontam a possibilidade dessa espécie participar secundária ou esporadicamente como vetora. Tais observações mostraram-se coerentes com o histórico da transmissão malárica atribuída a essa espécie. Já os valores fornecidos pelo modelo para *An. (Kerteszia)* vão de encontro às informações sobre a transmissão na região. Os baixos valores obtidos para a Capacidade Vetorial desse subgênero foram atribuídos principalmente à taxa de sobrevivência encontrada. As dificuldades na análise dos dados e os resultados por ela fornecidos sugerem que provavelmente existam características desse grupo que não se encontram contempladas no modelo apresentado.

Descritores. Capacidade Vetorial. Malária. *Anopheles albitarsis*. *Kerteszia*.
Marcação-soltura-recaptura.

SUMMARY

Santos RLaC. **Medida da Capacidade Vetorial de *Anopheles albitarsis* e *Anopheles (Kerteszia)* no Vale do Ribeira, São Paulo.** [Vectorial Capacity Measurement of *Anopheles albitarsis* and *Anopheles (Kerteszia)* of South-Eastern Brazil.] São Paulo (BR), 2000 [Tese de Doutorado – Faculdade de Saúde Pública da USP].

Objective. Estimating the Vectorial Capacity of *An. albitarsis* and *An. (Kerteszia)* in order to establish the receptivity of the Ribeira Valley, São Paulo State, in relation to malaria, in natural environments as well as in environments modified by agricultural use. In order to this, we propose to determine the bites/man/day rate variation, the daily survival rate and the gonotrophic cycle duration for both groups. **Material and Methods.** The studies were carried out under laboratory and field conditions in two areas at the Ribeira Valley, one being a farm area with irrigated rice culture and the other one bordering on the Atlantic Forest. Data relating to the bites/man/day rate were obtained collaborating with the Thematic Project FAPESP 95/0381-4, using manual aspirator, during May/1996 until June/2000 for *An. albitarsis* and from May/1996 to September/1997 for *An. (Kerteszia)*. The daily survival rate was estimated by linear regression of data obtained with the mark-release-recapture technique and physiological age study. The gonotrophic cycle duration in the field was studied by ovarioles dissection of released engorged females and in laboratory conditions by feeding females and observing them individually until oviposition. The parasite extrinsic cycle duration was determined using Oganov-Rayevsky method.

Results. The bites/man/day rate ranged from zero to 628.5 for *An. albitarsis* and from 17.5 to 320.83 for *An. (Kerteszia)*. The daily survival rate for *An. albitarsis* was 0.61 and for *An. (Kerteszia)* 0.45. The gonotrophic cycle duration for *An. albitarsis* was 2.5 days in field and 4 days in laboratory conditions; for *An. (Kerteszia)* this was 3.5 days under laboratory conditions but could not be determined in field. The Vectorial Capacity was zero for both groups during cold months and in the hot ones showed peaks in January, February and March with a maximum value of 0.803 in

February/1998 for *An. albitarsis*. For *An. (Kerteszia)* the maximum value was 0.081 in January/1997. **Discussion.** The Vectorial Capacity model demonstrated low possibility of endemic malaria occurrence in the Ribeira Valley that could be attributed to *An. albitarsis*. The obtained values for hot months showed the possibility of this species to participate secondary or sporadically as a vector. Such observations showed consistency with the history of malaria transmission attributed to this species. However, the given values by the model for *An. (Kerteszia)* contradict the actual malaria transmission in the region. The low values obtained for Vectorial Capacity of this subgenus were explained mainly by the daily survival rate. The difficulties in data analysis and its results suggest that there are features of this group which were not included in the presented model.

Descriptors: Vectorial Capacity. Malaria. *Anopheles albitarsis*. *Kerteszia*. Mark-release-recapture.

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. A malária no Vale do Ribeira	1
1.2. <i>Anopheles albitarsis</i>	2
1.3. <i>Anopheles cruzii</i> e <i>Anopheles bellator</i>	4
1.4. O modelo da Capacidade Vetorial	5
2. OBJETIVOS	8
2.1. Geral	8
2.2. Específicos	8
3. MATERIAL E MÉTODOS	9
3.1. Áreas estudadas	9
3.1.1. Ambiente alterado	9
3.1.2. Ambiente natural	9
3.2. Metodologia	12
3.2.1. Taxa de picadas/homem/dia (ma)	12
3.2.2. Sobrevivência (p)	13
3.2.3. Duração do ciclo gonotrófico (g)	16
3.2.4. Duração do ciclo extrínseco do parasita (n)	17
3.2.5. Taxa de picadas/fêmea/dia (a)	18
3.2.6. Paridade	19
4. RESULTADOS	20
4.1. <i>Anopheles albitarsis</i>	20
4.1.1. Taxa de picada/homem/dia (ma)	20
4.1.2. Sobrevivência (p)	22
4.1.2.1. Teste preliminar	22
4.1.2.2. Primeira estimativa da sobrevivência	23
4.1.2.3. Estimativa da sobrevivência para mosquitos selvagens	25
4.1.3. Duração do ciclo gonotrófico (g)	29
4.1.3.1. Estimativa da duração do ciclo gonotrófico em laboratório	29
4.1.3.2. Estimativa da duração do ciclo gonotrófico em campo	32
4.1.4. Taxa de picadas/fêmea/dia (a)	36
4.1.5. Duração do ciclo extrínseco do parasita (n)	35

4.1.6. Capacidade Vetorial (C)	37
4.2. <i>Anopheles (Kerteszia)</i>	40
4.2.1. Taxa de picada/homem/dia (ma)	40
4.2.2. Paridade	41
4.2.3. Duração do ciclo gonotrófico (g)	42
4.2.3.1. Estimativa da duração do ciclo gonotrófico em laboratório	42
4.2.3.2. Estimativa da duração do ciclo gonotrófico em campo	44
4.2.4. Sobrevivência (p)	46
4.2.4.1. Teste preliminar	46
4.2.4.2. Estimativa da sobrevivência para mosquitos selvagens	47
4.2.4.3. Estimativa da sobrevivência com base na idade fisiológica	55
4.2.5. Taxa de picadas/fêmea/dia (a)	56
4.2.6. Duração do ciclo extrínseco do parasita (n)	57
4.2.7. Capacidade Vetorial (C)	57
5. DISCUSSÃO	58
6. CONCLUSÕES	73
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	74

INTRODUÇÃO

1.1. A Malária no Vale do Ribeira

A malária apresentou altos níveis de endemidade no Vale do Ribeira durante o período de 1940 a 1959. Caracterizou-se por ser autóctone e causada, em 99% dos casos, por *Plasmodium vivax*. Em 1943 *Anopheles cruzii* é definitivamente incriminado como vetor de malária em toda a área de Mata Atlântica, devido à sua antropofilia, alta densidade e suscetibilidade demonstrada por infecção experimental e natural (Corrêa 1943), motivo pelo qual a malária passou a ser denominada “bromélia-malária” nessa região. Também foi comprovado o envolvimento de *Anopheles bellator* e *Anopheles homunculus* em outras regiões fora do Estado de São Paulo (Deane 1986). Especificamente na cidade de Iguape, a espécie incriminada na transmissão foi *Anopheles albitarsis* por seu comportamento endofílico, abundância e infectividade (Schiavi 1945).

A natureza extradomiciliar da transmissão, característica de *Kerteszia*, foi o motivo pelo qual a região foi considerada “área problema” em relação à malária durante a campanha de erradicação. Em virtude dos diversos esforços empregados no combate à bromélia-malária, sobretudo o rociado com DDT e o tratamento dos enfermos, em 1964 é constatada a interrupção da transmissão no Município de Cananéia (Guarita e Costa 1965), o qual, na década de 40, representava a maior incidência de malária do Estado (Barata 1998). Nos demais municípios a incidência também vai baixando, sendo considerada residual, no Vale do Ribeira, na década de 80.

Atualmente na área ocorrem casos esporádicos - 214 no período de 1985 a julho de 2000 - isolados, de etiologia obscura, segundo Branquinho e col. (1997), os quais correspondem a cerca de 45% da malária autóctone do Estado. Os mosquitos suspeitos de atuarem na transmissão são do subgênero *Kerteszia* e, por se tratarem de mosquitos de mata, não há programa de controle dos vetores. Em virtude

da ocorrência desses casos, o Vale do Ribeira é considerado área hipoendêmica em relação à malária. As três espécies incriminadas como vetoras no passado: *An. cruzii*, *An. bellator* e *An. albitarsis* continuam ocorrendo na área. A estratégia de controle adotada no presente consiste no tratamento dos doentes e busca ativa de casos suspeitos no local referido pelo paciente .

Embora tenha se alcançado o controle da malária no Estado de São Paulo, ela segue endêmica no Brasil, com milhares de casos anuais notificados na região amazônica. A presença de anofelinos somada à circulação de pessoas provenientes de áreas de transmissão representa a possibilidade de reintrodução da doença em áreas hoje livres, principalmente as que não se apresentam economicamente desenvolvidas, como é o caso da maioria das cidades do Vale do Ribeira. Além disso, boa parte do vale tem cobertura vegetal de Mata Atlântica e é Área de Proteção Ambiental, com enorme potencial turístico motivado pela pesca e pelas ilhas Comprida, de Cananéia e do Cardoso. Como acréscimo, tem sido descrita a aproximação domiciliar de *An. bellator* naquela área (Forattini e col. 1999), fato que pode intensificar o contato homem-vetor, e a proliferação de *An. albitarsis* associado a práticas agrícolas (Forattini e col. 1993c).

1.2. *An. albitarsis*

An. albitarsis forma complexo de quatro espécies, sendo *Anopheles albitarsis* s.s., *Anopheles marajoara*, *Anopheles deneorum* e uma ainda não descrita denominada espécie B (Wilkerson e col. 1995). Na localidade de estudo reconhece-se a presença das espécies *An. albitarsis*, chamada de *An. albitarsis* A, e da espécie *An. albitarsis* B. A espécie *An. marajoara* pode ser encontrada a cerca de 50 quilômetros, nos municípios de Iguape e Ilha Comprida. Devido a dificuldades de ordem técnica no presente trabalho não se procedeu à separação das espécies crípticas e, embora se reconheça a existência do complexo, por motivos práticos referir-se-á ao grupo como *An. albitarsis*.

Espécies do grupo vêm demonstrando capacidade de se adaptar a regiões alteradas e associação com campos de irrigação artificial na região em que se pretende estudar. Forattini e col. (1994) verificaram que a densidade de larvas de *An. albitarsis* é inversamente proporcional à altura das plantas de arroz. Assim a produção de larvas ocorre nas primeiras semanas de inundação. Também registraram baixa densidade de adultos dessa espécie na mata residual, apesar de sua alta prevalência no sistema de arroz irrigado a poucos metros de distância daquela. Com base nisso, classificaram-no como eussinantrópico, utilizando o Índice de Sinantropia de Nuorteva, que compara a densidade relativa da espécie em regiões com graus diferentes de alteração antrópica (Forattini e col. 1993c).

Sua importância como espécie vetora tem obtido, até agora, opiniões divergentes, tendo sido considerada vetor principal por alguns (Segura 1998) e exófilo e zoófilo ou de menor importância por outros (Deane 1986). Segundo Rachou (1958) esta espécie participaria como vetor principal ou auxiliar na transmissão da malária, estando a Capacidade Vetorial ligada principalmente à sua densidade e frequência aos domicílios.

O complexo *An. albitarsis* tem sido alvo de estudos, principalmente com relação à existência de espécies crípticas (Rosa-Freitas e col. 1990; Wilkerson e col. 1995; Marucci 1996), à associação com campos de arroz irrigado (Forattini e col. 1993b, 1993c) e quanto à paridade (Kakitani e Forattini 2000). O estudo das alterações ovárias de *An. albitarsis* permitiram Kakitani e Forattini estimar a taxa de sobrevivência diária ao redor de 0,53, variando entre 0,35 e 0,81. A taxa de paridade foi de 28,8% de fêmeas paridas para as que denominaram de espécie A e 30,2% para a espécie B. Segundo esses autores, a baixa taxa de sobrevivência reflete a alta porcentagem de fêmeas nulíparas na população.

A longevidade de *An. albitarsis* foi abordada previamente em estudos de marcação-soltura-recaptura, nos quais foram recapturados espécimes marcados até 60 dias após a soltura e cuja dispersão atingiu distâncias até 12 (doze) e 13 (treze) quilômetros (Corrêa e col. 1950). O tamanho da população natural de *An. albitarsis*

foi estimada no Município de Pariqueira-Açu, na Fazenda onde se desenvolveu o presente trabalho, por Santos e Forattini (1999) os quais observaram baixos valores para a frequência de picadas/fêmea/dia em relação à quantidade de mosquitos capturada. Estudos sobre hábito alimentar têm mostrado baixos níveis de antropofilia, sendo que perto de 20% das fêmeas são capturadas alimentadas ou alimentando-se com sangue humano (Mitchell e col. 1985; Rubio-Palis e col. 1994).

1.3. *An. cruzii* e *An. bellator*

An. cruzii é espécie característica de matas em condições primitivas. Forattini e col. (1993d), utilizando a classificação de Povolny, consideraram-no mosquito assinantrópico, ou seja, sua presença diminui significativamente de acordo com o grau de alteração do ambiente. Foi a espécie mais abundante em ambiente representado pela floresta primitiva e rara, ou mesmo ausente, em matas residuais ou ambiente peridoméstico.

Devido à sua participação na transmissão malárica no Sul do Brasil, os anofelinos do subgênero *Kerteszia* continuam recebendo a atenção dos pesquisadores principalmente no que diz respeito à frequência ao ambiente humano (Forattini e col. 1993d, 1996, 1999) e à longevidade (Luz e col. 1979; Barata 1988; Kakitani 1992; Forattini e col. 1993a, 1996).

Os estudos realizados com relação à idade fisiológica têm indicado grande percentual de fêmeas nulíparas: 68,4% e 72,6% (Forattini e col. 1996) para *An. cruzii* e *An. bellator*, respectivamente; 74,6% (Forattini e col. 1993a) para *An. bellator* e *An. cruzii*, indistintamente; 80% (Luz e col. 1979) e 75,99% (Barata 1988) ambos para *An. cruzii*. Esses estudos mostram que a maior parte da população é constituída de indivíduos jovens. O encontro frequente por esses autores de fêmeas com os folículos parcialmente desenvolvidos - fase III de Christophers - (Detinova 1962) tem sugerido a possibilidade de discordância gonotrófica para espécies desse subgênero. Kakitani (1992) acompanhou a sobrevivência de *An. cruzii* em

laboratório e encontrou baixa longevidade para essa espécie. A curva de sobrevivência mostrou queda progressiva do 6º até o 12º dia. Todavia nenhum desses trabalhos estimou o valor numérico da sobrevivência.

Diferentemente da baixa longevidade sugerida pelas pesquisas sobre paridade, trabalho realizado com marcação-soltura-recaptura no Estado do Paraná, evidenciou longa sobrevivência para a população natural de *An. cruzii*, entre 35 e 56 dias (Ferreira e col. 1969a). A capacidade de dispersão verificada para esta espécie, utilizando metodologia semelhante e mesma localidade, foi de um quilômetro (Ferreira e col. 1969b). Outros trabalhos, realizados no Estado de São Paulo, observaram alcance de vôo de até 1600 metros, inclusive cruzando braço de mar de 700 metros (Corrêa e col. 1961).

Tendo em vista seu comportamento acrodendrófilo, Deane (1986) comenta a possibilidade da transmissão de malária simiana ao homem, com base em estudos sobre a migração vertical de *An. cruzii*. Branquinho e col. (1997) investigaram recentemente a infecção natural em *An. cruzii* e registraram a ocorrência de *Plasmodium vivax* clássico no Município de São Vicente e *Plasmodium vivax* VK247 no Município de Juquitiba.

Estudos sobre antropofilia foram realizados por Forattini e col. (1987; 1989), os quais encontraram 100% e 91,7% de *Kerteszia* ingurgitadas com sangue humano. Guimarães e col. (1987) capturaram 82,8% de *An. cruzii* alimentando-se em humanos, 16,8% em galo e 0,4% em gambá.

1.4. O modelo da Capacidade Vetorial

Para Ross (1911), “dizer sobre uma doença que esta depende de certos fatores, não quer dizer muito até podermos dizer ‘quanto’ cada fator influencia no processo”. Essa idéia e o desejo de entender de maneira lógica a dinâmica da transmissão, culminou com a proposição, por Macdonald (1957), da aplicação do

modelo da Reprodutibilidade Basal (R_0), para doenças transmitidas por vetores. Esse modelo veio a tornar-se o principal parâmetro quantitativo no estudo da transmissão de agentes infecciosos.

A Reprodutibilidade Basal foi, então, definida por esse autor como o número de infecções secundárias produzidas por um único indivíduo infectado em uma população inteiramente suscetível. Ela é o produto do relacionamento de variáveis entomológicas e parasitológicas:

$$R_0 = \frac{ma^2bp^n}{-r \ln(p)}$$

onde:

- m = densidade do mosquito em relação ao homem;
- a = número médio de picadas/fêmea/dia;
- b = proporção de mosquitos com esporozoítos em suas glândulas salivares e que são efetivamente infectantes;
- p = probabilidade de sobrevivência diária do mosquito;
- n = Duração, em dias, do ciclo extrínseco do parasita;
- r = taxa diária de recuperação do hospedeiro.

As dificuldades em calcular as variáveis parasitológicas b e r contidas na expressão de R_0 levaram Garrett-Jones (1964) a retirá-las da fórmula original de Macdonald e propor outra maneira de quantificação malárica baseada exclusivamente em parâmetros entomológicos. A nova expressão recebeu o nome de Capacidade Vetorial (C) e foi definida como o número de contatos potencialmente infectantes que um indivíduo com parasitemia faria, através da população vetora por unidade de tempo:

$$C = \frac{ma^2p^n}{-\ln(p)}$$

Segundo Garrett-Jones (1964), a Capacidade Vetorial seria útil para a avaliação de medidas de controle e, em áreas de erradicação, poderia indicar quando e onde pode existir risco de restabelecimento de transmissão, no caso da importação de casos novos da doença. Em suma: por tratar apenas de características entomológicas, a Capacidade Vetorial pode ser medida mesmo em regiões sem a presença do parasita e, nesse caso, representar a receptividade daquela área à doença, manifestada pelo potencial de transmissão da população vetora.

A análise dos componentes entomológicos envolvidos demonstrou que a taxa de transmissão é sensível à taxa de picadas (a), porque o vetor tem que picar duas vezes para transmitir a doença e, especialmente, sensível à taxa de sobrevivência diária (p) porque a duração do ciclo extrínseco do parasita (n) é usualmente considerado semelhante à expectativa de vida do vetor. O exame desses fatores levou Macdonald a concluir que adulticidas seriam mais eficientes que larvicidas para o controle da malária (Dye 1992). Isso porque os larvicidas estariam envolvidos na diminuição da densidade dos vetores, enquanto os adulticidas estariam mais relacionados ao encurtamento do tempo de vida, sendo este o fator chave da transmissão.

As restrições ao uso da Capacidade Vetorial estão relacionadas à dificuldade na mensuração das variáveis entomológicas e ao questionamento dos pressupostos do modelo. São eles: o vetor é capaz de transmitir a infecção, mas não é afetado por ela; a mortalidade é independente da idade e os valores de a e p aplicam-se a todos os membros da população vetora. Não obstante, acredita-se como Nedelman (1984) que nenhum modelo pode abarcar toda complexidade de uma doença, mas as simplificações realizadas devem ser reconhecidas e compreendidas.

OBJETIVOS

2.1. Geral

Estimar a receptividade da região do Vale do Ribeira, Estado de São Paulo, com relação à malária, tanto no ambiente natural, quanto no alterado para fins agrícolas, com base na medida da Capacidade Vetorial de *Anopheles albitarsis* e de *Anopheles (Kerteszia)*.

2.2. Específicos

- Determinar a variação anual da taxa de picadas/homem/dia de *An. albitarsis* e *An. (Kerteszia)*.
- Estimar a duração do ciclo gonotrófico de *An. albitarsis* e *An. (Kerteszia)*.
- Estimar a taxa de sobrevivência diária de *An. albitarsis* e *An. (Kerteszia)*.
- Calcular a Capacidade Vetorial de *An. albitarsis* e *An. (Kerteszia)*.

MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Áreas de estudo

As áreas foram escolhidas de acordo com o conhecimento prévio sobre a abundância dos dois grupos de mosquitos, objetos do presente estudo, no Vale do Ribeira e compreenderam: a Fazenda Experimental do Instituto Agronômico de Campinas no município de Pariquera-Açu para *An. albitarsis* e o Sítio Gentil no município de Cananéia, para o subgênero *Kerteszia*.

3.1.1. Ambiente alterado

O ambiente alterado foi representado pela Fazenda Experimental do Instituto Agronômico de Campinas, localizada a 24°30' de latitude Sul e 47°50' de longitude Oeste (Kakitani e Forattini 2000), corresponde a área com plantação de arroz irrigado, à margem da Rodovia Regis Bittencourt. Descrição pormenorizada da área pode ser encontrada em Forattini e col. (1993b). Ao redor da plantação encontram-se manchas de mata residual as quais também foram objetos de estudos anteriores (Forattini e col. 1993b) (Fig. 1).

3.1.2. Ambiente natural

O ambiente natural foi representado pelo Sítio Gentil, localizado a 24°79' de latitude Sul e 47°66' de longitude Oeste. Descrição pormenorizada pode ser encontrada em Forattini e col. (1978). Corresponde a pequeno sítio, localizado na parte Continental do Município de Cananéia, à margem da estrada que liga essa cidade a Pariquera-Açu. Constituído por pequenas casas de alvenaria, rodeadas por algumas árvores frutíferas contíguas à Mata Atlântica de encosta (Fig. 2).

Figura 1. Localização e características do ambiente alterado, representado pela Fazenda Experimental do Instituto Agrônomo de Campinas, em Pariqueira-Açu, SP.

S - Ponto de soltura dos mosquitos.

R - Pontos de recaptura dos mosquitos.

Figura 2. Localização e características do ambiente natural, representado pelo Sítio Gentil, Município de Cananéia, SP.

S - Ponto de soltura dos mosquitos.

R - Pontos de recaptura dos mosquitos.

3.2. Metodologia

As técnicas de estudo estão baseadas naquelas discutidas por Reisen (1989) no Seminário “A estimativa da Capacidade Vetorial”. Dado que a Capacidade Vetorial é igual a $ma^2p^n/-lnp$, as variáveis necessárias para seu cálculo são: densidade em relação ao homem (m), mais facilmente tratável como taxa de picadas/homem/dia (ma); taxa de picadas/fêmea/dia (a); taxa de sobrevivência diária (p); duração do ciclo extrínseco do parasita (n). As páginas a seguir trazem descrição das técnicas empregas na medida de cada variável, para ambos os grupos de mosquitos, nas localidades acima descritas.

3.2.1. Taxa de picadas/homem/dia (ma)

Entende-se que o número de picadas que cada pessoa recebe num dia possa representar a densidade de mosquitos existente na área (m) e a frequência com que as fêmeas picam o homem (a). A densidade expressa o número de mosquitos em relação ao número de pessoas no local. Já a frequência de picadas no homem está associada à antropofilia e ao intervalo entre os repastos sangüíneos. Isso quer dizer que do total de mosquitos na área, apenas uma parcela (ma) estará exercendo sua atividade hematofágica no homem a cada dia.

Os dados utilizados para o cálculo da taxa de picadas foram obtidos em colaboração com o Projeto Temático FAPESP 95/0381-4. Parte dos resultados mencionados encontram-se publicados por Forattini e col. (1999). As coletas foram realizadas por uma ou duas pessoas, empregando aspiradores manuais. Foram capturados os mosquitos que se aproximavam, antes que pudessem sugar. Admitiu-se que o número de mosquitos coletados por pessoa poderia representar o produto ma. O cálculo da média mensal da taxa de picadas foi realizado dividindo-se o número de fêmeas coletadas por mês, pelo número de capturas realizadas e pelo número de coletores.

As capturas tiveram ritmo quinzenal e estenderam-se de maio de 1996 até setembro de 1997 no Sítio Gentil, em ambientes intra e peridomiciliar e de maio de 1996 até junho de 2000 na Fazenda Experimental, à margem de uma das quadras de arroz. A duração das capturas correspondeu a cinco unidades de crepúsculo*, sendo a primeira unidade pré-crepuscular, a segunda crepuscular e as outras três pós-crepusculares. Assim, o tempo total decorrido entre o início e o término girou em torno de duas horas.

3.2.2. Sobrevivência (p)

A técnica para estimar a taxa de sobrevivência foi a de marcação-soltura-recaptura que consiste em capturar os mosquitos, aplicar sobre eles pó fluorescente, soltá-los no campo e realizar capturas nos dias subsequentes. Para averiguar a presença do pó, os culicídeos foram anestesiados e colocados sob microscópio estereoscópico com luz ultravioleta em câmara escura. O pó utilizado foi o da “Bioquip Produtos Inc. ®”, nas cores: azul, vermelho, amarelo e a mistura desses dois últimos formando laranja, quando uma quarta cor foi necessária. O pó era borrifado no interior das gaiolas com insuflador manual. Nos anos de 1997, 1998 e 1999, utilizavam-se gaiolas de “nylon” envolvidas em plástico semitransparente. Em 2000 foram adaptadas gaiolas a partir de caixas de isopor com abertura para a introdução dos mosquitos e a entrada do pó e saídas de ar protegidas por tela, com tampas removíveis.

As suposições básicas para utilização do método de marcação-soltura-recaptura com objetivo de estimar a taxa de sobrevivência são: 1- a sobrevivência não deve ser afetada pela marcação; 2- os mosquitos permanecem marcados durante todo seu período de vida; 3- a probabilidade de ser capturado é a mesma para qualquer dia de sua vida; 4- a perda por migração deve ser mínima (Milby & Reisen 1989).

* Segundo o Almanaque Náutico Brasileiro.

Para averiguar se os mosquitos, uma vez marcados, permanecem assim durante todo período de vida e se a sua sobrevivência não é afetada pela marcação, foram realizados ensaios laboratoriais. Colônias de mosquitos marcados e não marcados foram acompanhadas em laboratório. As condições de umidade e temperatura eram ambientes e iguais para ambos os grupos. Foi oferecida solução de sacarose como alimento a qual era trocada em dias alternados. Diariamente realizava-se verificação para retirada dos mortos. Aqueles pertencentes ao grupo experimental eram observados sob luz ultravioleta. As curvas de sobrevivência obtidas foram comparadas através dos testes de Cox e de Gehan' Wilcoxon com uso de programa "Statística" (StatSoft 1994).

Procedeu-se, inicialmente, à soltura de mosquitos criados em laboratório. Promoveu-se, para tanto, a criação de mosquitos para posterior soltura. Trezentas fêmeas foram separadas em tubos de Borrel preparados com fundo de algodão e papel de filtro umedecidos e receberam repasto sangüíneo humano. Os tubos foram acondicionados em caixa de isopor com fundo umedecido para aguardar a oviposição. Os ovos obtidos eram colocados em bandejas com água para eclosão. As larvas foram criadas em lotes de 700 com ração para peixe "TetraMin 5 Star ®" e "TetraMin baby fish food-E ®". Inicialmente desenvolveram-se bem, mas posteriormente, ao final do quarto estadio, a mortalidade foi aumentando de forma a impedir que número grande de fêmeas pudesse ser usado para soltura. As fêmeas que foram obtidas durante os cinco dias mais produtivos foram marcadas e soltas. A determinação do sexo foi realizada através da observação microscópica das exúvias das pupas.

Os experimentos subsequentes foram realizados somente com mosquitos capturados em campo. Os mosquitos foram capturados com a utilização de duas ou três armadilhas de Shannon e quatro ou seis capturadores, conforme disponibilidade de pessoal ou ocorrência de chuva. Inicialmente os mosquitos eram levados para o laboratório em gaiolas divididas externamente em quadrantes. Aguardava-se até que os mosquitos ficassem em repouso e realizava-se a contagem da quantidade em cada quadrante. O número encontrado era uma aproximação do

conteúdo de cada gaiola. Posteriormente foi utilizado aspirador adaptado com tubo de vidro na ponta que permitia a contagem dos mosquitos conforme eles eram coletados. Quando atingia-se 20 mosquitos o conteúdo do aspirador era transferido para as gaiolas e anotado. Ao final da coleta os mosquitos eram marcados e soltos em posição aproximadamente central em relação aos locais onde seriam realizadas as recapturas (figuras 1 e 2). Os que permaneciam nas gaiolas alguns minutos após a soltura eram subtraídos do total.

As recapturas foram realizadas com aspirador manual, por uma hora e trinta minutos, incluindo o período do crepúsculo, em quatros pontos diametralmente opostos. Na Fazenda Experimental distavam cerca de 100 metros do ponto de soltura e no Sítio Gentil cerca de 30 metros. Padronizou-se realizar as recapturas até que ocorressem dois dias consecutivos negativos para mosquito marcado. Os mosquitos eram levados ao laboratório e examinados sob luz ultravioleta, em câmara escura. Após isso, todos, marcados e não marcados, foram contados e identificados.

Assumindo-se que a taxa de sobrevivência é constante durante o período de recaptura, pode-se calculá-la da seguinte forma (Milby & Reisen 1989) :

$$m_t = M_o r p^t$$

onde:

m_t = mosquitos marcados recapturados em cada dia;

M_o = número de mosquitos liberados;

r = taxa de recaptura;

p = taxa diária de sobrevivência;

t = tempo após a soltura.

A forma logarítmica da equação acima pode ser usada a fim de se estimar p :

$$\ln m_t = \ln(M_o r) + t \ln p$$

Assim, pode-se obter o valor numérico da sobrevivência através da exponencial do coeficiente angular da equação da reta. O valor do coeficiente de determinação, r^2 , foi utilizado para verificar a qualidade do ajuste obtido pela regressão linear.

Para *Kerteszia*, utilizou-se também a técnica de estimativa da sobrevivência através da composição etária da população. Segundo essa técnica (Davidson 1954) a sobrevivência é dada pela raiz g da taxa de paridade:

$$p = \sqrt[g]{\frac{\text{Paridas}}{\text{Total}}}$$

onde:

p = taxa de sobrevivência diária;

g = duração do ciclo gonotrófico em dias;

Paridas = fêmeas que apresentam sacos ou dilatações ovariolares ;

Total = total de fêmeas na amostra.

3.2.3. Duração do ciclo gonotrófico (g)

Para verificar a duração do ciclo gonotrófico foram realizados experimentos em condições de laboratório e em campo. A definição da duração do ciclo foi distinta nas duas situações.

Laboratório – A duração do ciclo gonotrófico ficou estabelecida como o tempo decorrido entre o repasto sangüíneo e a oviposição. Realizou-se a captura de fêmeas em campo e estudou-se a duração do ciclo a partir delas, sem conhecimento de história reprodutiva. Todas foram separadas em tubos de Borrel preparados com fundo de algodão e papel de filtro umedecidos e receberam único repasto sangüíneo humano. À medida que realizavam oviposição eram transferidas para outro tubo e recebiam segundo repasto. Os tubos com as fêmeas de *An. albitarsis* foram mantidos

em caixa de isopor com umidade relativa em torno de 100% e temperatura média de 26°C. Os tubos com espécimes de *Kerteszia* foram mantidos em estufa, com umidade relativa em torno de 85% e temperatura constante de 27°. Como a mortalidade, no estado nulípara, era muito grande para esse subgênero, optou-se por acompanhar segundo grupo oferecendo-lhes múltiplos repastos com intervalo de um dia.

Campo – A duração do ciclo gonotrófico ficou estabelecida como o tempo decorrido entre o primeiro e o retorno para segundo repasto, incluindo-se nesse caso, o tempo de busca por novo hospedeiro. Para tanto foram realizados experimentos de marcação-soltura-recaptura. Fêmeas foram capturadas em armadilha de Shannon e conduzidas, em gaiolas, até o laboratório. Passavam a noite em ambiente úmido, tendo um camundongo como opção de repasto. No outro dia, as que haviam ingurgitado eram retiradas manualmente com auxílio de um tubo de Borrel e transferidas para outra gaiola. Para as que ainda permaneciam sem repasto, era oferecida alimentação sangüínea em um frango ou humana. Todas as fêmeas que ficaram repletas foram marcadas com borrifação de pó fluorescente e liberadas à noite, nos mesmos pontos previamente descritos. O dia de soltura das fêmeas podia ser distinguido pela utilização de diferentes cores de pó, fato que permitiu que experimentos fossem realizados concomitantemente. Uma vez diagnosticada a marcação eram então identificadas e os ovários dissecados. Admitiu-se que a presença de sacos foliculares nos ovariolos seria indicadora de oviposição nas últimas vinte e quatro horas, de acordo com Detinova (1962). As lâminas com as dissecções foram observadas em microscópio e posteriormente fotografadas.

3.2.4. Duração do ciclo extrínseco do parasita (n)

A duração do ciclo extrínseco do parasita pode ser entendida como o período decorrido entre a ingestão de sangue contaminado pelo mosquito e o

aparecimento de esporozoítos nas glândulas salivares. Foi aqui estimada pelo método de Oganov-Rayevsky (Detinova 1962), que considera a proporção do processo de esporogonia de *Plasmodium* que ocorre a cada 24h, considerando a temperatura média diurna, sendo a duração do ciclo extrínseco determinada pela somatória dos dias necessários para que a soma dessas proporções atinja 100%. Esse método considera a proporção de desenvolvimento do parasita que ocorre de acordo com cada décimo de variação da temperatura diária, para temperaturas superiores a 16°C.

Os dados de temperatura média mensal e diária, para o ano de 2000, foram fornecidos pelo Laboratório de Meteorologia do Instituto Oceanográfico – Base de Cananéia e pelo Instituto Agrônomo de Campinas – Base de Pariqueira-Açu.

3.2.5. Taxa de picadas/fêmea/dia (a)

A taxa de picadas/fêmea/dia expressa a frequência com que o mosquito pica o homem. Ela depende da duração do ciclo gonotrófico, admitindo-se que cada repasto corresponda a um ciclo, e da antropofilia (Macdonald 1957). Pode ser expressa como produto do inverso do ciclo gonotrófico e da proporção de repastos em humanos em amostra de mosquitos ingurgitados:

$$a = \frac{1}{g} \text{ antropofilia}$$

onde:

a = taxa de picadas/fêmea/dia;

g = duração do ciclo gonotrófico;

antropofilia = proporção de repastos em humanos.

Para a antropofilia de *An. albitarsis* serão considerados os dados obtidos por Mitchell e col. (1985) e Rubio-Palis e col. (1994) e para *An. Kerteszia* os

obtidos por Forattini e col. (1987, 1989) e Guimarães e col. (1987). Será considerada como frequência relativa de repastos dados em humanos, identificados através de análise de sangue ingerido ou comparação entre o efeito atrativo de diversas fontes sangüíneas conforme relatado nos trabalhos.

3.2.6. Paridade

A fim de verificar a composição etária da população, fêmeas de *An. (Kerteszia)* foram dissecadas diariamente durante os experimentos de marcação-soltura-recaptura. Em todos os dias de recaptura do ano de 1999, amostra de 10 fêmeas não marcadas de cada ponto de recaptura era separada, identificada e dissecada. Os ovários foram abertos e os ovariolos examinados para verificação de oviposição prévia, segundo a técnica de Polovodova (1949). Foram consideradas paridas as fêmeas que apresentavam sinais de dilatação no pedúnculo folicular, sacos foliculares ou presença de ovo retido. Foi utilizado o teste de Qui-quadrado, do programa “Statística”, para comparar as proporções de fêmeas paridas encontradas para as duas espécies de *Kerteszia* presentes. Para *An. albitarsis* fez-se uso de dados publicados por Kakitani e Forattini (2000) para a mesma área de estudo.

RESULTADOS

4.1. *Anopheles albitarsis*

4.1.1. Taxa de picadas por homem por dia (ma)

Durante o período de maio de 1996 a junho de 2000 foram coletados 13.377 mosquitos fêmeas pertencentes ao complexo *An. albitarsis* (tabela 1). Excluindo-se o ano de 1996 porque as capturas iniciaram-se nos meses frios, o ano de 1999 mostrou-se menos produtivo que os outros anos de capturas, mesmo considerando-se apenas o primeiro semestre de 2000. Observa-se evidente tendência sazonal, com diminuição nos meses de inverno.

Tabela 1. Distribuição mensal do número de fêmeas de *Anopheles albitarsis*, coletadas na Fazenda Experimental, Pariquera-Açu, SP, maio de 1996 a junho de 2000.

Meses	1996	1997	1998	1999	2000
Janeiro		609	978	323	759
Fevereiro		179	1828	685	2514
Março		1650	632	449	173
Abril		116	324	101	139
Maio	126	13	92	91	20
Junho	84	3	27	3	3
Julho	58	0	56	12	
Agosto	3	20	28	4	
Setembro	21	9	14	1	
Outubro	70	73	71	2	
Novembro	113	277	63	25	
Dezembro	81	404	59	10	
Total	556	3353	4172	1706	3608

A taxa mensal de picadas por homem por dia foi calculada com base nos dados constantes da tabela 1 e variou de 0 (julho de 1997) a 628,5 (fevereiro de 2000) picadas/homem/dia. Nos meses de janeiro, fevereiro e março foi maior que 100 picadas/homem/dia na maioria dos anos estudados. Em três dos cinco anos essa taxa foi inferior a 1 no mês de junho (tabela 2).

Tabela 2. Distribuição da média mensal da taxa de picadas/homem/dia por *Anopheles albitarsis*, Fazenda Experimental, Pariquera-Açu, SP, maio de 1996 a junho de 2000.

Meses	1996	1997	1998	1999	2000
Janeiro		101,50	244,5	80,75	126,50
Fevereiro		89,50	457,00	171,25	628,50
Março		412,50	158,00	112,25	43,25
Abril		19,33	54,00	25,25	34,75
Maio	31,50	3,25	23,00	15,17	3,33
Junho	21,00	0,75	6,75	0,75	0,75
Julho	14,50	0,00	14,00	3,00	
Agosto	0,75	5,00	4,67	1,00	
Setembro	5,25	2,25	3,50	0,25	
Outubro	11,67	12,17	17,75	0,50	
Novembro	28,25	69,25	15,75	4,17	
Dezembro	20,25	101,00	14,75	5,00	

No verão do ano de 2000, obteve-se, para alguns períodos, a variação diária da taxa de picadas dividindo-se o número total de mosquitos por quatro, que representava o número fixo de capturadores (tabelas 3 e 4).

Tabela 3. Distribuição da taxa de picadas/homem/dia por *Anopheles albitarsis* na Fazenda Experimental, Pariquera-Açu, SP, final de janeiro e início de fevereiro de 2000.

Dias	Quantidade de mosquitos	ma
30	1967	491,8
31	72	18,0
1	637	159,3
2	882	220,5
3	1460	365,0
4	2492	623,0
5	1828	457,0
6	980	245,0
7	854	213,5
8	1108	277,0
9	1151	287,8
10	788	197,0

Tabela 4. Distribuição da taxa de picadas/homem/dia por *Anopheles albitarsis* na Fazenda Experimental, Pariquera-Açu, SP, março de 2000.

Dias	Quantidade de mosquitos	ma
14	1196	299,0
15	1119	279,8
16	1160	290,0
17	895	223,8
18	1547	386,8
19	670	167,5
20	482	120,5

4.1.2. Sobrevivência (p)

4.1.2.1. Teste preliminar

No ano de 1997 foi realizado, em laboratório, teste de comparação entre a sobrevivência de fêmeas marcadas e não marcadas. O grupo marcado com o pó continha 422 fêmeas, das quais algumas sobreviveram até 18 dias, com taxa de sobrevivência diária igual a 0,683 e r^2 igual a 0,98. O grupo controle continha 342 fêmeas, das quais algumas sobreviveram até 17 dias, com taxa de sobrevivência diária igual a 0,673 e r^2 igual a 0,93. O tempo de duração das colônias, bem como o número de mosquitos que permaneciam vivos a cada dia, podem ser apreciados na curvas de sobrevivência da figura 3. Foi realizada comparação entre curvas de sobrevivência dos grupos experimental e controle através do teste de Cox $p = 0,04623$ e de Gehan's Wilcoxon $p = 0,06166$.

Figura 3. Curvas de sobrevivência em laboratório de *Anopheles albiparvus*, coletados na Fazenda Experimental, Pariquera-Açu, SP, 1997.

4.1.2.2. Primeira estimativa da sobrevivência, em campo, para mosquitos criados em laboratório.

Procedeu-se à marcação de 593 fêmeas, com até 120 horas de vida das quais 18 (3,0%) foram recapturadas (tabela 5). Nesse experimento a soltura foi realizada à tarde e a primeira recaptura no início do crepúsculo do mesmo dia.

Tabela 5. Distribuição do número de *Anopheles albiparvus*, fêmeas, recapturados na Fazenda Experimental em Pariquera-Açu, SP, abril de 1997.

Dias	Recapturados		Total
	Marcados	Não marcados	
13	7	58	65
14	4	41	45
15	0	29	29
16	5	48	53
17	1	132	133
18	0	67	67
19	1	106	107
20	0	31	31
21	0	4	4
22	0	2	2
Total	18	518	536

Com base no declínio do número de mosquitos recapturados nos dias sucessivos pôde-se calcular a taxa de sobrevivência diária através de análise de regressão (Milby e Reisen 1989) (figura 4). A tabela 6 traz resumo da primeira estimativa da sobrevivência em campo obtida para *An. albitarsis* fêmeas criadas em laboratório.

Tabela 6. Estimativa da sobrevivência diária de *Anopheles albitarsis* recapturados na Fazenda Experimental, Pariquera-Açu, S.P., 1997.

Número de fêmeas soltas	Número recapturado	Taxa de recaptura	Sobrevivência diária	r ²
593	18	3%	0,716	0,75

Figura 4. Curva de sobrevivência de *Anopheles albitarsis*, criados em laboratório e soltos na Fazenda Experimental, Pariquera-Açu, SP, 1997.

4.1.2.3. Estimativa da sobrevivência para espécimes selvagens

No ano de 1998 foram realizadas duas tentativas de estimar a sobrevivência, mas ambas foram prejudicadas pelo excesso de precipitação. Foram coletados 1590 e 487 mosquitos, dos quais 1363 e 446, respectivamente, foram marcados e soltos (tabela 7).

Tabela 7. Distribuição do número de *Anopheles albitarsis* recapturados na Fazenda Experimental, Pariquera-Açu, SP, março de 1998.

Dias	Cor	Soltos	Marcados		Não marcados	Total
			vermelho	amarelo		
05	vermelho	1363				
06			14		1907	1921
07			0		586	586
08			0		646	646
09	amarelo	446			-	-
10			0	18	981	999
11			0	0	118	118
Total		1809	14	18	4238	4270

No ano de 1999 também foi realizada tentativa de estimar a sobrevivência, porém o atraso e a redução do número de quadras de arroz plantadas e o conseqüente decréscimo na densidade de mosquitos também diminuíram a possibilidade de recaptura dos mosquitos. Foram coletados 1820 mosquitos, dos quais 1716 foram marcados e soltos (tabela 8), sendo que apenas um foi recapturado.

Tabela8. Distribuição do número de *Anopheles albitarsis* recapturados na Fazenda Experimental, Pariquera-Açu, SP, março de 1999.

Dias	Cor	Soltos	Recapturados		Total
			Marcados	Não marcados	
10	amarelo	1716			
11			1	157	158
12			0	321	321
13			0	137	137
Total		1716	1	615	616

Foram realizadas outras tentativas nos dia 8 e 9 de abril, mas a densidade de mosquitos encontrava-se em declínio e chuva e vento forte também prejudicaram as capturas.

No primeiro semestre de 2000, o clima foi mais favorável e os resultados dos experimentos de marcação-soltura-recaptura permitiram a estimativa da taxa de sobrevivência diária (tabelas 9 e 10). Foram coletadas 2885 fêmeas, no experimento iniciado no final de janeiro, das quais 2793 foram marcadas e soltas. As recapturas estenderam-se até o décimo dia e a taxa de sobrevivência diária foi igual a 0,59. Para efeito de cálculo, desprezaram-se os dias nos quais as capturas foram negativas para mosquitos marcados. Particularmente no dia 31 de janeiro o valor negativo deveu-se à intensidade da chuva que caiu durante o período das coletas.

Tabela 9. Distribuição do número de *Anopheles albitarsis* recapturados na Fazenda Experimental, Pariquera-Açu, SP, janeiro e fevereiro de 2000.

Dias	Cor	Soltos	Recapturados		Total
			Marcados	Não marcados	
29	amarelo	2793			
30			85	1882	1967
31			0	72	72
1			24	613	637
2			36	846	882
3			21	1439	1460
4			7	2485	2492
5			7	1819	1826
6			0	980	980
7			1	853	854
8			1	1107	1108
9			0	1151	1151
10			0	788	788
Total			182	14035	14217

No experimento realizado no mês de março, coletaram-se 3920 mosquitos e 3883 foram marcados e soltos. As recapturas estenderam-se até 7 dias após a soltura. A taxa de sobrevivência diária foi 0,500. Para o cálculo da Capacidade Vetorial optou-se pela utilização do resumo dos dois conjuntos de dados (tabela 11), os quais embora apresentam menor valor de ajuste de reta, fornecem

mais alta taxa de sobrevivência. Já nos cálculos efetuados para o ano de 2000, optou-se por utilizar a taxa de sobrevivência obtida em cada mês daquele ano.

Tabela 10. Distribuição do número de *Anopheles albitarsis* recapturados na Fazenda Experimental, Pariquera-Açu, S.P., março de 2000.

Dias	Cor	Soltos	Recapturados		Total
			Marcados	Não marcados	
13	vermelho	3883			
14			82	1114	1196
15			15	1104	1119
16			6	1154	1160
17			3	892	895
18			2	1545	1547
19			0	670	670
20			1	481	482
Total			109	6960	7069

Através de análise de regressão estimou-se o valor da taxa de sobrevivência diária para os dois meses, bem como análise conjunta dos dados (figura 5, 6 e 7).

Figura 5. Curva de sobrevivência de *Anopheles albitarsis*, na Fazenda Experimental, Pariquera-Açu, SP, janeiro/fevereiro de 2000.

Figura 6. Curva de sobrevivência de *Anopheles albiparvus*, na Fazenda Experimental, Pariquera-Açu, SP, março de 2000.

Figura 7. Curva de sobrevivência de *Anopheles albiparvus*, na Fazenda Experimental, Pariquera-Açu, S.P., fevereiro e março de 2000.

Tabela 11. Estimativa da sobrevivência diária de *Anopheles albitarsis* recapturados na Fazenda Experimental, Pariquera-Açu, SP, 2000.

Mês	Número de fêmeas soltas	Número recapturado	Taxa de recaptura	Sobrevivência diária	r ²
Fevereiro	2793	182	6,5%	0,59	0,94
Março	3883	109	2,8%	0,50	0,89
Combinado	6676	291	4,4%	0,61	0,84

4.1.3. Duração do ciclo gonotrófico (g)

4.1.3.1. Estimativa da duração do ciclo gonotrófico em laboratório

Realizaram-se coletas na Fazenda Experimental e 179 fêmeas foram capturadas e receberam repasto sangüíneo. Com o passar dos dias, 78 (43,6%) morreram sem ovipor e 101 (56,4%) realizaram oviposição. Destas, 73 (72,28%) realizaram apenas uma oviposição, 21 (20,79%) realizaram duas e 7 (6,93%) realizaram três.

A figura 8 mostra a distribuição do número de mosquitos de acordo com a duração em dias do primeiro ciclo gonotrófico, a figura 9 mostra a distribuição da duração do segundo, a figura 10 a do terceiro e a figura 11 mostra a distribuição do número de mosquitos para qualquer ciclo, ou seja, a somatória de todos os intervalos obtidos. Na tabela 12 pode-se verificar as médias obtidas para a duração do ciclo em condições de laboratório.

Figura 8. Duração do primeiro ciclo gonotrófico, obtido em laboratório, de *Anopheles albitalarsis*, coletados na Fazenda Experimental, Pariquera-Açu, SP, 2000.

Figura 9. Duração do segundo ciclo gonotrófico, obtido em laboratório, de *Anopheles albitalarsis*, coletados na Fazenda Experimental, Pariquera-Açu, SP, 2000.

Figura 10. Duração do terceiro ciclo gonotrófico, obtido em laboratório, de *Anopheles albicans*, coletados na Fazenda Experimental, Pariquera-Açu, SP, 2000.

Figura 11. Duração ciclo gonotrófico, independente do grau de paridade, obtido em laboratório, de *Anopheles albicans*, coletados na Fazenda Experimental, Pariquera-Açu, SP, 2000.

Tabela 12. Medidas de tendência central da duração ciclo gonotrófico, obtidas em laboratório, para *Anopheles albitarsis*, coletados na Fazenda Experimental, Pariquera-Açu, SP, 2000.

	n	Média	Moda	Mediana	Desvio Padrão	Variância
1º ciclo	101	4,6	4	5	1,3	1,7
2º ciclo	28	3,8	3	4	1,0	1,0
3º ciclo	7	4,0	3	3	1,4	2,0
Soma	136	4,4	4	4	1,3	1,7

A coincidência entre as medidas de tendência central para os dados analisados em conjunto e o formato do histograma apresentado na figura 11 indicam que a duração do ciclo gonotrófico de *An. albitarsis* tem, provavelmente distribuição normal, com média igual a 4 dias e desvio padrão igual a 1,3 dias. Isso em condições de laboratório e com o condicionante de único repasto sanguíneo.

4.1.3.2. Estimativa da duração do ciclo gonotrófico em campo

Para verificar a duração do ciclo em condições de campo, foram realizados experimentos de marcação-soltura-recaptura com fêmeas ingurgitadas. Todas as fêmeas marcadas que retornaram foram dissecadas e a maioria apresentava sacos ou dilatações foliculares, fato que comprovou que elas haviam retornado para segundo ciclo. A tabela 13 e a figura 12 trazem resumo dos dias de intervalo entre a soltura e a recaptura dessas fêmeas. A figura 13 ilustra a morfologia característica observada nos ovários. Das fêmeas dissecadas que não apresentavam sacos, três marcadas de laranja foram recapturadas em 09/02, um dia após a soltura e apresentavam 50% ou mais de vitelo nos ovários - fase III de Christophers - (Detinova 1962). Duas fêmeas marcadas de amarelo em 14/03, recapturadas três dias após a soltura apresentavam até 50% de vitelo nos ovários - fase II de Christophers, mas tinham os ovários densamente infectados por parasitas, não identificados neste trabalho, provavelmente criptosporídeos. Duas fêmeas marcadas de azul em 28/03 foram

recapturadas um dia após a soltura, uma delas encontrava-se na fase III e outra na fase II de Christophers, esta última igualmente parasitada.

Nota-se, na figura 12 que a distribuição dos dias de intervalo entre soltura e recaptura de mosquitos ingurgitados é, aparentemente, normal, com média igual a 2,5 dias e desvio padrão igual a 0,6 dias. Através desses experimentos pode-se determinar o valor médio de duração de ciclo gonotrófico em campo como 2,5 dias, incluindo-se período de vôo apetente.

Tabela 13. Duração em dias do ciclo gonotrófico, obtida em campo, para *Anopheles albitarsis*, coletados na Fazenda Experimental, Pariquera-Açu, SP, 2000.

Procedência	Cor	Data da soltura	Quantidade solta	Dias			
				1	2	3	4
Laboratório	azul	06/02	48	0	0	1	0
	laranja	08/02	47	0	0	2	0
campo	amarelo	14/03	605	1	6	5	0
	azul	15/03	125	0	3	0	0
	azul	28/03	200	0	2	1	1
	amarelo	30/03	138	0	2	2	0
Total			1163	1	13	11	1

Figura 12. Duração ciclo gonotrófico, obtida em campo, para *Anopheles albitarsis*, coletados na Fazenda Experimental, Pariquera-Açu, SP, 2000.

A –Saco folicular de ovariolo de fêmea marcada de azul recapturada em 30/03, dois dias após a soltura.

Figura 13. Morfologia característica encontrada nas dissecções de ovários de fêmeas de *Anopheles albitarsis* recapturadas na Fazenda Experimental, Pariquera-Açu, SP 2000.

B, D – Saco folicular de ovariolo de fêmeas marcadas de amarelo recapturadas em 16/03, dois dias após a soltura.
 C - Saco folicular de ovariolo de fêmea marcada de amarelo recapturada em 15/03, um dia após a soltura.

Figura 13 (Cont.). Morfologia característica encontrada nas dissecções de ovários de fêmeas de *Anopheles albittarsis* recapturadas na Fazenda Experimental, Pariquera-Açu, SP 2000.

4.1.4. Taxa de picadas por fêmea por dia (a)

A taxa de picadas utilizada para o cálculo da Capacidade Vetorial foi 0,08. Estimada como produto do inverso da duração do ciclo gonotrófico obtida em campo, 2,5 dias, e da antropofilia, proposta como 20% com base nos resultados obtidos por Mitchell e col. (1985) e Rubio-Palis e col. (1994).

4.1.5. Duração do ciclo extrínseco do parasita (n)

A tabela abaixo mostra a variação mensal da duração do ciclo extrínseco do parasita em função da temperatura média mensal, para temperaturas superiores a 16°C.

Tabela 14. Duração em dias do ciclo extrínseco de *Plasmodium vivax* segundo a temperatura média do ar, Cananéia S.P., maio de 1996 a junho de 2000*.

Meses	1996		1997		1998		1999		2000	
	Temp. (°C)	n**	Temp. (°C)	n	Temp. (°C)	n	Temp. (°C)	n	Temp. (°C)	n
Jan.			25,3	10,0	26,2	9,0	25,3	10,0	25,6	9,5
Fev.			26,0	9,0	26,0	9,0	25,8	9,5	24,8	10,5
Mar			24,0	11,0	25,0	10,0	25,9	9,5	23,8	11,5
Abr.			22,8	13,0	23,5	12,0	22,6	13,0	22,0	15,0
Maio	20,5	18,0	20,4	18,0	20,6	18,0	20,3	18,5	19,3	23,0
Jun.	17,8	30,0	19,1	24,0	18,4	26,0	17,9	29,5	19,4	22,5
Jul.	15,7	-	19,5	22,0	18,5	26,0	17,9	29,5		
Ago.	17,2	36,0	19,3	23,0	19,8	25,0	18,1	28,5		
Set.	18,8	25,0	19,9	20,0	19,5	22,0	20,3	18,5		
Out.	21,3	16,5	21,2	16,5	20,9	17,5	20,1	18,5		
Nov.	22,7	13,0	23,3	12,0	21,9	15,0	21,1	16,5		
Dez.	25,0	10,0	25,4	10,0	24,4	11,0	24,2	11,0		

* Calculado pelo método de Oganov-Rayevsky (Detinova 1962).

** n = duração do ciclo extrínseco do parasita

4.1.6. Capacidade vetorial (C)

Nas tabelas abaixo apresentam-se os valores mensais da Capacidade Vetorial e a variação diária para alguns períodos de 2000. Em praticamente todos os anos de estudo a Capacidade Vetorial foi igual a zero nos meses de maio a outubro. O máximo valor mensal obtido, ainda que menor que 1, foi em fevereiro de 1998, quando a elevação da temperatura ocasionou diminuição do ciclo extrínseco do parasita e aumento na taxa de picadas/homem/dia. A análise diária da Capacidade Vetorial mostra sua sensibilidade à relação entre sobrevivência e comprimento do ciclo extrínseco do parasita. Quando a temperatura determinou ciclo igual a 7 dias a Capacidade Vetorial elevou-se próximo a 2 (tabela 16).

Tabela 15. Capacidade Vetorial de *Anopheles albitarsis*, da Fazenda Experimental, Pariquera-Açu, SP maio de 1996 a junho de 2000*.

Data	ma picadas/homem /dia	n ciclo extrínseco de <i>Plasmodium vivax</i> (em dias)	p ⁿ probabilidade de sobrevivência após n dias	C Capacidade Vetorial
1996				
Maio	31,50	18,0	0,0001211	0,001
Junho	21,00	30,0	0,0000003	0,000
Julho	14,50	-	-	-
Agosto	0,75	36,0	0,0000000	0,000
Setembro	5,25	25,0	0,0000036	0,000
Outubro	11,67	16,5	0,0002567	0,000
Novembro	28,25	13,0	0,0014829	0,007
Dezembro	20,25	10,0	0,0066671	0,022
1997				
Janeiro	101,50	10,0	0,0066671	0,108
Fevereiro	89,50	9,0	0,0110038	0,157
Março	412,50	11,0	0,0040395	0,266
Abril	19,33	13,0	0,0014829	0,005
maio	3,25	18,0	0,0001211	0,000
Junho	0,75	24,0	0,0000060	0,000
Julho	0,00	22,0	0,0000163	0,000
Agosto	5,00	23,0	0,0000099	0,000
Setembro	2,25	20,0	0,0000445	0,000
Outubro	12,17	16,5	0,0002567	0,000
Novembro	69,25	12,0	0,0024475	0,027
Dezembro	101,00	10,0	0,0066671	0,108
1998				
Janeiro	244,50	9,0	0,0110038	0,430

Continuação				
Data	ma picadas/homem /dia	n ciclo extrínseco de <i>Plasmodium vivax</i> (em dias)	p ⁿ probabilidade de sobrevivência após n dias	C Capacidade Vetorial
Fevereiro	457,00	9,0	0,0110038	0,803
Março	158,00	10,0	0,0066671	0,168
Abril	54,00	12,0	0,0024475	0,021
maio	23,00	18,0	0,0001211	0,000
Junho	6,75	26,0	0,0000022	0,000
Julho	14,00	26,0	0,0000022	0,000
Agosto	4,67	25,0	0,0000036	0,000
Setembro	3,50	22,0	0,0000163	0,000
Outubro	17,75	17,5	0,0001556	0,000
Novembro	15,75	15,0	0,0005444	0,001
Dezembro	14,75	11,0	0,0040395	0,010
1999				
Janeiro	80,75	10,0	0,0066671	0,086
Fevereiro	171,25	9,5	0,0085653	0,234
Março	112,25	9,5	0,0085653	0,154
Abril	25,25	13,0	0,0014829	0,006
maio	15,17	18,5	0,0000943	0,000
Junho	0,75	29,5	0,0000004	0,000
Julho	3,00	29,5	0,0000004	0,000
Agosto	1,00	28,5	0,0000006	0,000
Setembro	0,25	18,5	0,0000943	0,000
Outubro	0,50	18,5	0,0000943	0,000
Novembro	4,17	16,5	0,0002567	0,000
Dezembro	5,00	11,0	0,0040395	0,003
2000				
Janeiro	126,50	9,5	0,0085653	0,173
Fevereiro	628,50	10,5	0,0051896	0,521
Março	43,25	11,5	0,0031443	0,022
Abril	34,75	15,0	0,0005444	0,003
maio	3,33	23,0	0,0000099	0,000
Junho	0,75	22,5	0,0000127	0,000

* Para taxa de picadas/fêmea/dia (a) = 0,08 e taxa de sobrevivência (p) = 0,60589

Tabela 16. Capacidade Vetorial de *Anopheles albitarsis*, da Fazenda Experimental, Pariquera-Açu, SP janeiro/fevereiro/março de 2000.

Data	ma picadas/homem/ dia	p probabilidade de sobrevivência diária	n ciclo extrínseco de <i>Plasmodium</i> <i>vivax</i> (em dias)	p ⁿ probabilidade de sobrevivência após n dias	C* Capacidade Vetorial
30/Jan	491,80	0,595	14,5	0,001	0,041
31/Jan	18,00	0,595	12,0	0,002	0,005
01/Fev	159,30	0,595	15,5	0,000	0,008
2/Fev	220,50	0,595	7,5	0,020	0,692
03/Fev	364,75	0,595	10,0	0,006	0,313
04/Fev	623,00	0,595	9,0	0,009	0,897
5/Fev	456,25	0,595	7,0	0,026	1,858
06/Fev	245,00	0,595	11,5	0,003	0,096
07/Fev	213,50	0,595	11,5	0,003	0,084
8/Fev	277,00	0,595	12,5	0,002	0,065
09/Fev	287,75	0,595	12,0	0,002	0,087
10/Fev	197,00	0,595	9,5	0,007	0,219
14/Mar	299,00	0,500	11,5	0,000	0,012
15/Mar	279,75	0,500	11,5	0,000	0,011
16/Mar	290,00	0,500	13,0	0,000	0,004
17/Mar	223,75	0,500	10,5	0,001	0,018
18/Mar	386,75	0,500	8,5	0,003	0,123
19/Mar	167,50	0,500	13,0	0,000	0,002
20/Mar	120,50	0,500	14,5	0,000	0,001

* Para taxa de picadas/fêmea/dia (a) = 0,08

4.2. *Anopheles (Kerteszia)*

4.2.1. Taxa de picadas/homem/dia (ma)

Durante o período de junho de 1996 a setembro de 1997 foram coletados 7867 mosquitos fêmeas pertencentes ao subgênero (*Kerteszia*) (tabela 17). Destas, 2557 foram capturadas no ambiente intradomiciliar e 5310 no peridomiciliar. O subgênero está representado na área pelas espécies: *An. bellator* e *An. cruzii*.

Tabela 17. Distribuição mensal do número de fêmeas de *Anopheles (Kerteszia)*, coletadas no Sítio Gentil, Cananéia, SP, maio de 1996 a setembro de 1997.

Meses	Intradomicílio				Peridomicílio				Total
	<i>An. bellator</i>	<i>An. cruzii</i>	<i>An. (Ker.) sp.</i>	Total	<i>An. bellator</i>	<i>An. cruzii</i>	<i>An. (Ker.) sp.</i>	Total	
Maio	183	31	1	215	257	87	2	346	561
Junho	40	9	0	49	230	150	4	384	433
Julho	86	47	0	133	237	146	8	391	524
Agosto	6	0	0	6	25	5	4	34	40
Setembro	127	40	4	171	189	34	28	251	422
Outubro	39	8	4	51	161	39	12	212	263
Novembro	101	5	0	106	117	16	0	133	239
Dezembro	100	64	0	164	671	104	0	775	939
Janeiro	556	218	21	795	713	414	3	1130	1925
Fevereiro	163	15	0	178	567	35	0	602	780
Março	151	128	0	279	149	68	0	217	496
Abril	134	5	0	139	193	18	0	211	350
Maio	66	29	0	95	109	62	0	171	266
Junho	10	4	0	14	43	13	0	56	70
Julho	81	12	0	93	57	13	4	74	167
Agosto	3	0	0	3	47	12	0	59	62
Setembro	31	35	0	66	124	135	5	264	330
Total	1877	650	30	2557	3889	1351	70	5310	7867

Dividindo-se o número de fêmeas coletadas por mês, pelo número de capturas realizadas, obteve-se a taxa média mensal de picadas/homem/dia (tabela 18) nos dois ambientes. A taxa de picadas variou de 3 (agosto de 1996 e 1997 intradomicílio) a 387,5 (dezembro de 1996 peridomicílio).

Tabela 18. Distribuição mensal da taxa de picadas/homem/dia (ma) por *Anopheles (Kerteszia)*, no Sítio Gentil, Cananéia, SP, maio de 1996 a setembro de 1997.

Meses	Intradomicílio			Peridomicílio			Peri + Intra ma
	N.º de mosquitos	N.º de capturas	ma	N.º de mosquitos	N.º de capturas	ma	
Maio	215	2	107,5	346	2	173,0	140,25
Junho	49	2	24,5	384	2	192,0	108,25
Julho	133	3	44,3	391	3	130,3	87,33
Agosto	6	2	3,0	34	2	17,0	10,00
Setembro	171	2	85,5	251	2	125,5	105,50
Outubro	51	2	25,5	212	2	106,0	65,75
Novembro	106	2	53,0	133	2	66,5	59,75
Dezembro	164	2	82,0	775	2	387,5	234,75
Janeiro	795	3	265,0	1130	3	376,7	320,83
Fevereiro	178	2	89,0	602	2	301,0	195,00
Março	279	2	139,5	217	2	108,5	124,00
Abril	139	2	69,5	211	2	105,5	87,50
Maio	95	2	47,5	171	2	85,5	66,50
Junho	14	2	7,0	56	2	28,0	17,50
Julho	93	3	31,0	74	3	24,7	27,83
Agosto	3	1	3,0	59	1	59,0	31,00
Setembro	66	2	33,0	264	2	132,0	82,50
Total	2557	36	71,03	5310	36	147,50	109,26

4.2.2. Paridade

Um total de 798 fêmeas foram dissecadas (tabela 19), das quais 188 foram classificadas como paridas e 610 como nulíparas. *An. bellator* representou 64,41% da amostra e *An. cruzii* 35,59%. Foi realizado teste de Qui-quadrado o qual revelou não haver diferença estatística, ao nível de 5% de significância, entre as proporções de fêmeas paridas das duas espécies ($p = 0,2166$). De tal forma que a proporção de fêmeas paridas de mosquitos do subgênero *Kerteszia* foi igual a 23,56%.

Tabela 19. Composição etária, em idade fisiológica, das fêmeas de *Anopheles (Kerteszia)*, Cananéia, SP, 1999.

Espécie	Estado Fisiológico				Total	
	Parida		Nulípara		Número	%
	Número	%	Número	%		
<i>Anopheles bellator</i>	114	22,18	400	77,82	514	100,00
<i>Anopheles cruzii</i>	74	26,06	210	73,94	284	100,00
Total	188	23,56	610	76,44	798	100,00

4.2.3. Duração do ciclo gonotrófico

4.2.3.1. Estimativa da duração do ciclo gonotrófico em laboratório

Foram capturadas fêmeas e 152 receberam repasto sangüíneo. Com o passar dos dias, 97 (63,8%) morreram sem ovipor e 55 (36,2%) realizaram oviposição. Destas, 47 realizaram oviposição em um dia e duas realizaram em dois dias seguidos. Nenhuma delas sobreviveu para completar mais um ciclo. Com exceção de cinco fêmeas, todas as demais morreram com o ovário repleto de ovos. A figura 14 mostra a distribuição do número de mosquitos de acordo com a duração em dias do ciclo gonotrófico. A duração do ciclo em laboratório e com apenas um repasto sangüíneo mostrou média de 3,5 dias e desvio padrão igual a 0,6 dias, com moda e mediana iguais a 4 dias.

Figura 14. Duração do primeiro ciclo gonotrófico, de *Anopheles (Kerteszia)*, em laboratório com único repasto sangüíneo, coletados no Sítio Gentil, Cananéia, SP, 2000.

O fato de que a maioria das fêmeas morreram sem ovipor e as que o fizeram, ovipuseram alguns poucos ovos e morreram em seguida, com o ovário repleto de ovos, parecia demonstrar a necessidade de mais de um repasto sangüíneo para a realização de oviposição completa. Realizou-se, portanto, segundo experimento, no qual repastos sangüíneos eram oferecidos com intervalo de 48 horas. As fêmeas que morreram após o primeiro repasto foram desprezadas. Do total de 78 fêmeas que receberam pelo menos dois repastos sangüíneos, 5 (6,4%) morreram sem ovipor e 73 (93,6%) realizaram oviposição. Destas, 31 (42,5%) realizaram apenas uma ovipostura, 21 (28,8%) realizaram duas, 8 (10,9%) realizaram três, 6 (8,2%) realizaram quatro, 4 (5,5%) realizaram cinco, 2 (2,7%) realizaram seis e uma fêmea ovipôs 7 vezes (1,4%). A duração do primeiro ciclo foi em média 4,84 dias com desvio padrão igual a 2,13 dias. A moda e a mediana foram iguais a 4 dias. O intervalo entre as oviposições e o número de ovos colocado em cada uma delas foi muito irregular, sendo difícil determinar o comprimento dos ciclos seguintes ao primeiro. Foi muito freqüente o fato de fêmeas depositarem seus ovos em vários dias seguidos. Sendo assim, é difícil afirmar se dois eventos de ovipostura pertencem ao mesmo ciclo, ou se uma ovipostura representada por número muito pequeno de ovos corresponde a um ciclo

completo. Também, mesmo com vários repastos sangüíneos e várias oviposições, ainda assim 67,1% das fêmeas morreram com os ovários repletos de ovos.

Figura 15. Duração do primeiro ciclo gonotrófico de *Anopheles (Kerteszia)*, em laboratório com vários repastos sangüíneos, coletados no Sítio Gentil, Cananéia, SP, 2000.

Considerando a possibilidade de estes mosquitos não apresentarem concordância gonotrófica, o valor utilizado para o cálculo da taxa de picadas/fêmea/dia não deve ser correspondente ao intervalo do ciclo, porque cada fêmea não pica uma vez a cada ciclo, mas ao intervalo entre as picadas o qual deve ser inferior ao tempo de duração do ciclo gonotrófico.

4.2.3.2. Estimativa da duração do ciclo gonotrófico no campo

Para verificar a duração do ciclo em condições de campo foram realizados experimentos de marcação-soltura-recaptura com fêmeas ingurgitadas. A tabela 20 traz resumo dos dias de intervalo entre a soltura e a recaptura dos mosquitos. Das pertencentes ao grupo marcado de amarelo, a recapturada no quinto dia

apresentava sacos foliculares. Das oito recapturadas no sétimo dia, uma encontrava-se com sacos foliculares e as demais não estavam em perfeitas condições para dissecação, porque haviam morrido e os ovários estavam em processo de degeneração. Das oito recapturadas no oitavo dia, duas apresentavam dilatações, quatro eram nulíparas e as outras duas não estavam em condições para dissecação. daquelas pertencentes ao grupo marcado de vermelho, as duas fêmeas recapturadas apresentavam dilatações ovariolares.

Nota-se, na figura 16 que a distribuição dos intervalos entre soltura e recaptura de mosquitos ingurgitados não tem distribuição normal. Provavelmente o gráfico representa o intervalo entre vários ciclos gonotróficos.

Tabela 20. Duração em dias do ciclo gonotrófico, obtida em campo, para *Anopheles (Kerteszia)*, coletados no Sítio Gentil, Cananéia, SP, 2000.

Data da soltura	Cor	Quantidade solta	Dias							
			1	2	3	4	5	6	7	8
24/02	amarelo	139	0	0	0	0	1	0	8	8
25/02	vermelho	244	0	0	0	0	0	0	0	0
12/04	vermelho	401	0	0	0	0	2	0	-	-
13/04	azul	116	0	0	0	0	0	-	-	-
Total		900	0	0	0	0	3	0	8	8

Figura 16. Duração ciclo gonotrófico, independente do grau de paridade, obtida em campo, para *Anopheles (Kerteszia)*, coletados no Sítio Gentil, Cananéia, S.P., 2000.

4.2.4. Sobrevivência

4.2.4.1. Teste preliminar

Foi realizado, em laboratório, teste de comparação entre a sobrevivência de fêmeas marcadas e não marcadas. O grupo marcado com o pó continha 97 fêmeas, das quais algumas sobreviveram até 9 dias, com taxa de sobrevivência diária igual a 0,628 e r^2 igual a 0,86. O grupo controle continha 89 fêmeas, das quais algumas sobreviveram até 14 dias, com taxa de sobrevivência diária igual a 0,685 e r^2 igual a 0,97. O tempo de duração das colônias, bem como o número de mosquitos que permaneciam vivos a cada dia, podem ser apreciados nas curvas de sobrevivência da figura 17. Não houve diferença estatística, ao nível de 5% de significância, entre as curvas de sobrevivência do grupo experimental e controle, $p = 0,16694$ no teste de Cox e $p = 0,34219$ no teste de Gehan's Wilcoxon.

Figura 17. Curvas de sobrevivência em laboratório de *Anopheles (Kerteszia)*, coletados no Sítio Gentil, Cananéia, SP, 1997.

4.2.4.2. Estimativa da sobrevivência para espécimes selvagens

Os experimentos iniciaram-se em fase preliminar no final do ano de 1997. Nesse experimento, mosquitos eram soltos à tarde e a primeira recaptura dava-se no início da noite do mesmo dia. Havia dois pontos de recaptura e o número de mosquitos era estimado através de contagem dos mosquitos dentro da gaiola. Espécimes marcados foram coletados até 4 dias após a soltura e a taxa de sobrevivência diária foi igual a 0,349.

Tabela 21. Distribuição do número de *Anopheles (Kerteszia)* recapturados no Sítio Gentil, Cananéia, SP, dezembro de 1997.

Dias	Cor	Soltos (estimado)	Marcados	Recapturados Não marcados	Total
03	vermelho				
04		664	31	911	942
07			04	621	625
08			03	245	248
09			1	353	354
10			0	260	260
11			0	173	173
Total			39	2563	2602

Figura 18. Curva de sobrevivência de *Anopheles (Kerteszia)* no Sítio Gentil, Cananéia, SP, dezembro de 1997.

Em 1998 uma nova área, também no Município de Cananéia foi testada devido à elevada densidade de *An. (Kerteszia)* no local. Espécimes marcados foram coletados até 4 dias após a soltura e a taxa de sobrevivência diária foi igual a 0,383. Optou-se, desta feita por realizar as recapturas no dia seguinte à soltura. Todavia, essa área foi abandonada posteriormente, uma vez que a taxa de picadas havia sido determinada para o Sítio Gentil.

Tabela 22. Distribuição do número de *Anopheles (Kerteszia)* recapturados no Sítio Vilarinho, Cananéia, SP, janeiro de 1998.

Dias	Cor	Soltos (estimado)	Recapturados		Total
			Marcados	Não marcados	
23	vermelho	2242			
24			17	1573	1590
25			9	1718	1727
26			3	1495	1498
27			1	2672	2673
28			0	190	190
29			0	3186	3186
Total			30	10834	10864

Figura 19. Curva de sobrevivência de *Anopheles (Kerteszia)* no Sítio Vilarinho, Cananéia, SP, janeiro de 1998.

No final de 1998, foram realizados outros experimentos tendo como local padrão o Sítio Gentil, a contagem dos mosquitos à medida em que eram capturados e quatro pontos fixos de recaptura. A soltura era realizada no mesmo dia da captura e as recapturas iniciavam-se nos dias subseqüentes. Todavia a densidade de mosquitos ainda era baixa e não foi possível realizar estimativa da sobrevivência a partir desses dados.

Tabela 23. Distribuição do número de *Anopheles (Kerteszia)* recapturados no Sítio Gentil, Cananéia, SP, novembro e dezembro de 1998.

Dias	Cor	Soltos	Recapturados		Total
			Marcados	Não marcados	
5/11	amarelo	790			
6/11			3	391	394
7/11			0	287	287
8/11			1	457	458
9/11				487	487
10/11				204	204
3/12	azul vermelho	366 236			
4/12					
5/12			0	363	363
6/12			1	2	540
7/12			0	0	295
8/12			1	1	599
Total				3623	3632

No primeiro semestre de 1999 foi realizada série de experimentos dos quais os referentes a janeiro e fevereiro permitiram estimativa da taxa de sobrevivência diária (tabelas 24 e 25). No experimento de janeiro foram capturados 1427 mosquitos, dos quais 1403 foram marcados e soltos; no de fevereiro, foram coletados 2960, dos quais 2931 foram marcados e soltos.

Tabela 24. Distribuição do número de *Anopheles (Kerteszia)* recapturados no Sítio Gentil, Cananéia, SP, janeiro e fevereiro de 1999.

Dias	Cor	Soltos	Recapturados		Total
			Marcados	Não marcados	
28	vermelho	1403			
29			38	1845	1883
30			8	1355	1363
31			3	1047	1050
1			2	1262	1264
2			1	524	525
3			0	343	343
Total		1403	52	6376	6428

Além dos resultados apresentados na tabela acima, durante os experimentos subseqüentes foram capturados mais três mosquitos marcados de vermelho nos dias 1, 3 e 28 de março, de forma que o último mosquito foi recapturado 59 dias após a soltura. A taxa de sobrevivência diária foi igual a 0,421, excluindo-se do cálculo estes três últimos espécimes (figura 20) e 0,96 considerando todos os mosquitos recapturados (figura 21).

Figura 20. Curva de sobrevivência de *Anopheles (Kerteszia)* no Sítio Gentil, considerando os mosquitos inicialmente recapturados, Cananéia, SP, janeiro e fevereiro de 1999.

Figura 21. Curva de sobrevivência de *Anopheles (Kerteszia)* no Sítio Gentil, considerando todos os mosquitos recapturados, Cananéia, SP, janeiro e fevereiro de 1999.

No experimento iniciado em fevereiro, os mosquitos foram recapturados até o sexto dia após a soltura e a taxa de sobrevivência foi 0,482.

Tabela 25. Distribuição do número de *Anopheles (Kerteszia)* recapturados no Sítio Gentil, Cananéia, SP, fevereiro/março de 1999.

Dias	Cor	Soltos	Recapturados		Total
			Marcados	Não marcados	
24	amarelo	2931			
25			126	1485	1611
26			16	1571	1587
27			1	1557	1558
28			4	4002	4006
1			2	2220	2222
2			2	2350	2352
3			0	1553	1553
Total		2931	151	14738	14889

Figura 22. Curva de sobrevivência de *Anopheles (Kerteszia)* no Sítio Gentil, Cananéia, SP, fevereiro e março de 1999.

Tabela 26. Distribuição do número de *Anopheles (Kerteszia)* recapturados no Sítio Gentil, Cananéia, SP, março/abril/maio de 1999.

Dias	Cor	Soltos	Recapturados		Total
			Marcados	Não marcados	
24/03	azul	1826			
25/03			6	1699	1705
26/03				929	929
27/03				1457	1457
28/03				346	346
29/03				1135	1135
30/03				457	457
23/04	vermelho	489			
24/04				304	304
25/04				48	48
26/04			2	273	275
27/04				193	193
28/04	amarelo	639		284	284
19/05					
20/05				70	70
21/05				54	54
22/05			1	129	130
23/05				161	161
24/05				90	90
Total		2954	9	7629	7638

No ano 2000, encerrados os experimentos com *An. albitarsis* na Fazenda Experimental, foi possível realizar mais uma estimativa da sobrevivência de *An. (Kerteszia)* (tabela 27). Foram capturados 2657 mosquitos, dos quais 2386 foram marcados e soltos. Espécimes foram recapturados até 5 dias após a soltura e a taxa de sobrevivência foi igual a 0,430, desconsiderando-se o terceiro dia de capturas (figura 23).

Tabela 27. Distribuição do número de *Anopheles (Kerteszia)* recapturados no Sítio Gentil, Cananéia, SP, abril de 2000.

Dias	Cor	Soltos	Recapturados		Total
			Marcados	Não marcados	
12	amarelo	2386			
13			48	2018	2066
14			16	2428	2444
15			0	804	804
16			2	1303	1305
17			4	1395	1397
18			0	1342	1342
Total			68	9290	9358

Figura 23. Curva de sobrevivência de *Anopheles (Kerteszia)* no Sítio Gentil, Cananéia, SP, abril de 2000.

A tabela abaixo traz resumidas as taxas de sobrevivência obtidas em todos os experimentos realizados.

Tabela 28. Estimativa da sobrevivência diária de *Anopheles (Kerteszia)* recapturados em Cananéia, SP, 1997/1998/1999/2000.

Data	Número de fêmeas soltas	Número recapturado	Taxa de recaptura	Sobrevivência diária	r^2
Dezembro/97	664	39	5,87	0,349	0,91
Janeiro/98	2242	30	1,34	0,383	0,97
Janeiro/99*	1403	52	3,71	0,421	0,94
Janeiro/99**	1403	55	3,92	0,965	0,35
Fevereiro/99	2931	151	5,15	0,482	0,58
Abril/2000	2386	68	2,85	0,430	0,95
Jan-Fev/99; Abr/2000*	6720	271	4,03	0,451	0,76
Jan-Fev/99; Abr/2000**	6720	274	4,08	0,941	0,46

* Excluindo-se os 3 últimos mosquitos recapturados

** Incluindo-se todos os mosquitos recapturados

Tendo em vista as diferenças metodológicas envolvidas nos dois primeiros experimentos, referentes ao local e início das recapturas, optou-se por utilizar, para efeito do cálculo da Capacidade Vetorial, a somatória dos dados obtidos para o Sítio Gentil e com recapturas iniciando um dia após a soltura. São eles os referentes a janeiro, excluindo-se os mosquitos mais longevos, e fevereiro de 1999 e abril de 2000 (figura 24), o que resulta no valor de $p = 0,451$ com $r^2 = 0,76$.

Figura 24. Curva de sobrevivência de *Anopheles (Kerteszia)* no Sítio Gentil, Cananéia, SP, 1999/2000.

4.2.4.3. Estimativa da sobrevivência com base na idade fisiológica

Esperava-se realizar estimativa da sobrevivência através da proporção de fêmeas paridas na população porém, para tanto, torna-se necessário o conhecimento da duração do ciclo gonotrófico. Tomando como base a proporção de fêmeas paridas (23,56%) pode-se verificar, tentativamente, o valor da sobrevivência para diversos valores de g_x com limite em 4,84. Admitindo-se que o comprimento do ciclo gonotrófico em campo deve ser menor que aquele encontrado em laboratório.

Tabela 29. Estimativa da sobrevivência das fêmeas de *Anopheles (Kerteszia)*, com base na composição etária, em idade fisiológica, Cananéia, SP, 1999.*

g D duração do ciclo gonotrófico	p Estimativa da sobrevivência diária
2 dias	0,485
3 dias	0,618
3,5 dias	0,662
4 dias	0,697
4,84 dias	0,742

Taxa de paridade = 0,438

Nessa seqüência de dados, o tempo de duração do ciclo gonotrófico que mais se aproxima do valor encontrado para a sobrevivência pelo método de marcação-soltura-recaptura (0,451) é de 2 dias. A suposição da ocorrência de discordância gonotrófica pode implicar em tempo necessário para o desenvolvimento ovariano maior que dois dias. Observando a tabela 29 vemos que isso gera valores de p superiores aos encontrados através do método de marcação-soltura-recaptura.

4.2.5. Taxa de picadas por fêmea por dia

Diferentemente da calculada para *An. albitarsis*, a taxa de picadas para *An. (Kerteszia)* não pode ser estimada a partir do inverso do comprimento do ciclo gonotrófico, uma vez que parece não haver concordância gonotrófica. Assim, sugere-se que cada fêmea realize um repasto sangüíneo a cada dois dias. Assim, a taxa de picadas/fêmea/dia utilizada para o cálculo da Capacidade Vetorial foi 0,43. Estimada como produto do inverso do intervalo entre as picadas, $1/2$, e da antropofilia, proposto como 86% com base nos resultados obtidos por Guimarães e col. (1987), Forattini e col. (1987; 1989).

4.2.6. Duração do ciclo extrínseco

A duração do ciclo extrínseco de *Plasmodium vivax* de acordo com as temperaturas médias mensais para o período em questão estão contidas na tabela 14 da página 36.

4.2.7. Capacidade vetorial

Na tabela abaixo apresentam-se os valores mensais da Capacidade Vetorial calculados de acordo com os valores apresentados acima.

Tabela 30. Capacidade Vetorial de *Anopheles (Kerteszia)*, do Sítio Gentil, Cananéia SP, maio de 1996 a setembro de 1997.

Data	ma picadas/homem /dia	n ciclo extrínseco de <i>Plasmodium vivax</i> (dias)	p ⁿ probabilidade de sobrevivência após n dias	C* Capacidade Vetorial
1996				
Maio	140,25	18,0	0,0000006	0,000
Junho	108,25	30,0	0,0000000	0,000
Julho	87,33			
Agosto	10,00	36,0	0,0000000	0,000
Setembro	105,50	25,0	0,0000000	0,000
Outubro	65,75	16,5	0,0000020	0,001
Novembro	59,75	13,0	0,0000320	0,044
Dezembro	234,75	10,0	0,0003485	0,060
1997				
Janeiro	320,83	10,0	0,0003485	0,081
Fevereiro	195,00	9,0	0,0007727	0,011
Março	124,00	11,0	0,0001572	0,002
Abril	87,50	13,0	0,0000320	0,000
maio	66,50	18,0	0,0000006	0,000
Junho	17,50	24,0	0,0000000	0,000
Julho	27,83	22,0	0,0000000	0,000
Agosto	31,00	23,0	0,0000000	0,000
Setembro	82,50	20,0	0,0000001	0,000

* Para taxa de picadas/fêmea/dia (a) = 0,43 e taxa de sobrevivência (p) = 0,451047

DISCUSSÃO

A utilização de modelos matemáticos entomológicos no estudo da transmissão palúdica é freqüentemente alvo de críticas. Estudiosos da área sugerem que medidas parasitológicas ou sorológicas seriam mais eficientes como medida alternativa da intensidade de transmissão (Burattini e col. 1993; Burkot e Graves 1995). Todavia uma das vantagens da Capacidade Vetorial é funcionar como indicadora da receptividade com relação à malária pela possibilidade de sua estimativa em áreas onde o vetor está presente, mas não a doença. Esse é o caso da região em estudo. Mesmo considerando a Capacidade Vetorial, não como medida de transmissão, mas como indicador de receptividade, ainda restam polêmicas em sua utilização, como as dificuldades na obtenção de dados, a pouca precisão dos mesmos e qual o significado epidemiológico dos valores numéricos encontrados.

Dye (1992) escreveu artigo discutindo os pontos críticos dos modelos entomológicos quantitativos. Em sua análise ele indica que os modelos são mais úteis quando utilizados para comparação no tempo, no espaço ou entre as espécies. A indicação de um valor estaria sujeita a erros, os quais poderiam ser desconsiderados caso fossem semelhantes para os grupos de comparação. Os modelos seriam empregados com maior sucesso quando respondessem a questões comparativas e não absolutas.

Embora o modelo da Capacidade Vetorial tenha sido proposto e aplicado, inicialmente como medida indireta de transmissão, como no Projeto Garki (WHO 1980), posteriormente foi utilizado para distinguir espécies com maior potencial vetor e, mais recentemente, como indicador de possibilidade de reintrodução malárica, em áreas onde a doença foi erradicada. Reisen e col. (1979), através da utilização de apenas alguns parâmetros da Capacidade Vetorial, puderam concluir que, em virtude de sua baixa sobrevivência, embora em densidades razoáveis, *Anopheles subpictus* não era responsável pela transmissão de malária humana na Província de Punjab no Paquistão.

Estudos na Ilha de Reunion (Girod e col. 1999) indicaram os meses do ano e as regiões da Ilha nas quais a transmissão de malária poderia ocorrer, de acordo com os valores encontrados para a Capacidade Vetorial de *Anopheles arabiensis*. Trata-se de área onde a malária encontra-se controlada, havendo freqüente importação de casos, devido à proximidade de países com ocorrência da doença. O Cálculo da Capacidade Vetorial nessa localidade mostrou ser importante subsídio para as autoridades de saúde.

Após o aparecimento de caso autóctone de malária em área rural, na Toscana, Itália, Romi (1999) escreveu artigo no qual narra o encontro de valores elevados da Capacidade Vetorial (0,96 – 3,3) de *Anopheles labranchiae*, em relação à *Plasmodium vivax* para aquela região. O autor salienta que embora tais valores sejam puramente teóricos devido ao baixo número de gametócitos circulantes, eles indicam a possibilidade de ocorrência de casos esporádicos de malária nessas áreas.

As maiores dificuldades na obtenção dos parâmetros entomológicos da Capacidade Vetorial consistem na necessidade da obtenção de dados de campo. As metodologias para trabalho no campo envolvem suposições, por vezes reducionistas, e resultados de interpretação complexa devido à possibilidade de ocorrência de diversas variáveis intervenientes. Por mostrarem-se certamente mais condizentes com a realidade e apesar de todas as complicações envolvidas, buscou-se no presente trabalho fazer uso dos dados obtidos no campo sempre que eles eram confiáveis.

Fonte de erro inicial a ser discutida está na aceitação de que a taxa de picada/homem/dia não seja realizada por uma isca humana propriamente dita. Por motivos éticos, esse tipo de atração deixou de ser utilizado e como pode-se notar na descrição dos métodos, as capturas nas supostas iscas humanas foram realizadas na verdade por coletores com corpo coberto os quais coletavam mosquitos em vôo, não permitindo que os mesmos pousassem sobre eles. Supostamente, os mosquitos que se aproximam de uma pessoa o fazem com a intenção de realizar repasto sanguíneo. Porém, é de se imaginar que trabalhos realizados à maneira antiga tinham eficiência

de captura diferente das que utilizam o método atual. Pode-se admitir que a forma tradicional subestimava o número de mosquitos ávidos para picar, uma vez que a demora em coletar um mosquito poderia ocasionar a perda de outros. Por outro lado, fornecia número mínimo de mosquitos efetivamente picando.

Admitindo que os mosquitos que se aproximam sugariam o homem caso tivessem oportunidade, pode-se notar alta taxa de picadas por ambos grupos de mosquitos. Para *An. albitarsis*, a taxa de picadas mostrou-se elevadíssima no verão, atingindo o pico máximo em fevereiro ou março e caindo vertiginosamente em abril. Foram registrados números tais como 457 e 628 picadas potenciais. Nos meses mais frios a taxa tende a zero, para voltar a crescer em outubro ou novembro. Além da relação com a elevação da temperatura e da precipitação, o número de *An. albitarsis* capturados tinha relação direta com o número de quadras plantadas, porque as larvas criam-se na área de inundação do arrozal. O relacionamento entre *An. albitarsis* e o ritmo do plantio de arroz foi descrito por Forattini e col. (1993b).

Para *An. (Kerteszia)*, verificou-se a possibilidade de uma pessoa receber 387 picadas por dia no mês de dezembro de 1996. No interior de seu domicílio poderia receber 265 picadas, como em janeiro de 1997, desde que o mesmo não se apresentasse protegido com telas. No mês de agosto, com temperatura média mensal igual a 17,2°C, ainda houve a possibilidade de 3 picadas no interior do domicílio. Se analisada a taxa no peridomicílio, ela se manteve elevada, sempre superior a 17 picadas/homem/dia mesmo nos meses mais frios do ano. Vale lembrar que as capturas foram realizadas somente no horário de maior atividade, mas que mosquitos desse subgênero podem manter atividade nas outras horas do dia (Forattini e col. 1986).

A presença constante de *An. (Kerteszia)* ao longo do ano é uma das características que pode contribuir para seu melhor desempenho em relação à transmissão, como postulado, se comparada à de *An. albitarsis*. Além disso, a elevada possibilidade de picadas aqui registrada por *An. albitarsis* está restrita ao arrozal da Fazenda Experimental, implicando que uma pessoa poderá receber picadas

se adentrar na plantação no horário de pico de atividade do mosquito. Já a possibilidade de picadas por *An. (Kerteszia)* pode estender-se à toda área ocupada pela Mata Atlântica e suas margens. Qualquer pessoa realizando atividades rotineiras em ambiente semelhante ao Sítio Gentil poderá estar sujeita a picadas.

A estimativa da duração do ciclo gonotrófico também envolve suposições nem sempre sustentáveis, como a ocorrência de concordância gonotrófica e mesma duração entre vários ciclos subseqüentes. Segundo Kakitani e Forattini (2000), *An. albitarsis* parece apresentar concordância gonotrófica, todavia a não realização de repasto sangüíneo completo pode implicar numa segunda busca por alimento. Lounibos e col. (1998) observaram que as espécies de *Nyssorhynchus* teriam necessidade de apenas um repasto por ciclo. Já para *An. (Kerteszia)*, a alta prevalência de fêmeas que comparece em isca humana com os folículos ovariolares parcial ou totalmente repletos de vitelo, sugere a necessidade de segunda alimentação sangüínea, pelo menos no primeiro ciclo (Barata 1988; Forattini e col. 1996). Isto porque a ovogênese na maioria dos Culicidae é determinada pela ingestão de sangue.

A técnica de marcação-soltura-recaptura pode ser utilizada de várias maneiras para estimar a duração do ciclo gonotrófico em campo. Quiñones e col. (1997) deduziram sua duração para *Anopheles gambiae* pelo intervalo entre os dias nos quais houve as mais altas frequências de recaptura. Chiang e col. (1991) soltaram mosquitos alimentados com sangue humano e estimaram a duração pelo tempo de retorno das fêmeas. No presente trabalho, optou-se por soltar fêmeas selvagens alimentadas com sangue e dissecá-las assim que fossem recapturadas. Admitiu-se, de acordo com Detinova (1962), que encontro de sacos foliculares poderia indicar oviposição recente.

Para *An. albitarsis*, verificou-se que a maioria das fêmeas comparecia para realimentar-se em torno do segundo dia e que regularmente apresentava sacos foliculares. Isso parece vir a confirmar a ocorrência de concordância gonotrófica para esse grupo, porque todas as fêmeas que retornaram a partir do segundo dia haviam parido. As fotografias que foram mostradas na figura 13 confirmam, de acordo com

Detinova (1962), que as fêmeas retornavam algumas horas após a oviposição. Segundo a teoria dessa autora, a contração do saco dura até vinte e quatro horas e seu tamanho é diretamente proporcional ao tempo decorrido após a oviposição.

O valor estimado de 2,5 dias para o ciclo gonotrófico de *An. albitarsis* aproxima-se dos encontrados por Kakitani e Forattini (2000), sendo 1,990 dias para a espécie A e 2,046 dias para a espécie B, determinado indiretamente, através do modelo proposto por Davidson (1954). Em virtude de as recapturas ocorrerem de forma passiva, a técnica de marcação-soltura-recaptura permitiu estimar a duração do ciclo incluindo o período de vôo apetente, o mesmo não ocorrendo com a técnica utilizada por aqueles autores.

Nos experimentos de laboratório foi observada duração de ciclo em torno de 4 dias, superior ao verificado em campo. Parece comum obter-se em laboratório, valores de duração de ciclo superiores aos encontrados na natureza (Fernandez-Salas e col. 1994). Também pareceu haver diminuição do intervalo em dias a partir do primeiro ciclo, mas não houve diferença estatística entre as médias de dias encontradas. Cabe ressaltar que em virtude do desconhecimento da história reprodutiva dos mosquitos, porque foram capturados na forma adulta, não é possível afirmar com certeza a inexistência de oviposição prévia. Nesse caso torna-se mais conveniente tratar os dados em conjunto e não o intervalo em cada ciclo, pela impossibilidade de afirmar precisamente de qual ciclo está se tratando, embora saiba-se que em torno de 70% da população deva encontrar-se na fase nulípara (Kakitani e Forattini 2000).

O comprimento do ciclo gonotrófico de *An. (Kerteszia)* mostrou-se de análise mais complexa que o de *An. albitarsis*. Os dados de laboratório que indicaram ciclo de 3,5 dias em média vão ao encontro do registrado para *An. (Kerteszia) homunculus* (Chadee e col. 1998), estimado em 3,4 dias em média. Isso com o condicionante de único repasto sangüíneo. Todavia a elevada taxa de mortalidade antes da primeira oviposição sugere a necessidade de segundo repasto. A tentativa de fornecer vários repastos sangüíneos causou diminuição da mortalidade,

mas ocasionou acréscimo à duração do ciclo, o qual passou para 4,84 dias, com moda bem definida de 4 dias. Talvez esse aumento tenha ocorrido pela possibilidade de maior tempo de sobrevivência, associada à recusa pelas fêmeas de ovipor em ambiente adverso. A oferta de múltiplos repastos pode ter causado distorção na média pela produção de aberrações, como a demora de 14 e 16 dias para ovipor. O fato das fêmeas terem colocado seus ovos em vários dias seguidos, o que não ocorre com *An. albitarsis*, parece indicar a ocorrência de heterogeneidade no tempo de maturação dos ovos.

De acordo com a discussão realizada previamente, a duração do ciclo no campo deveria ser menor do que no laboratório, no entanto nos experimentos de campo as primeiras fêmeas marcadas foram recapturadas cinco dias após a soltura. A maioria foi recapturada no sétimo e oitavo dias e nem todas apresentavam dilatações ou sacos foliculares. Provavelmente, tal intervalo possa representar dois ou mais ciclos subsequentes, mas é difícil entender esse retorno tardio ao ponto de captura. O fenômeno da dispersão poderia explicar o desaparecimento das fêmeas nos primeiros quatro dias, mesmo assim é inesperado encontrar fêmeas nulíparas 8 dias após o recebimento de repasto sanguíneo completo. Muito embora, isto tenha ocorrido nos experimentos de laboratório e tenha sido considerado aberração. De qualquer maneira, não foi possível a determinação da duração do ciclo gonotrófico de *An. (Kerteszia)* em campo. Contudo, apesar das incertezas, os dados de campo e laboratório parecem convergir para duração em torno de quatro dias. A figura 24 apresenta a soma de todos os mosquitos recapturados, considerados válidos, no experimento de sobrevivência. Nela verifica-se que parece haver incremento na quantidade recapturada no quarto dia. Nota-se que o número de fêmeas recapturadas no terceiro dia encontra-se distante da reta de regressão. No quarto dia o número de fêmeas recapturado é superior ao do terceiro, podendo indicar o retorno das fêmeas para mais um repasto. Isso sugere que a recaptura das fêmeas, soltas ingurgitadas, 8 dias após a soltura possa estar representando fêmeas que retornavam de segundo evento de oviposição (figura 16). Essas observações permitem formular a hipótese de que a duração do ciclo seja em torno de 4 dias.

Não obstante o desconhecimento da duração do ciclo gonotrófico, a necessidade de maior número de picadas para completar a ovogênese constitui mais uma característica indicativa de melhor desempenho vetor de *An. (Kerteszia)* em relação à *An. albitarsis*.

A taxa de picadas por fêmea por dia para *An. albitarsis* foi considerada como 0,08 com duração de ciclo gonotrófico igual a 2,5 dias e proporção de repastos dados em humanos igual a 0,2. Embora o valor encontrado para $\bar{g}$ pareça confiável, restam dúvidas com relação à antropofilia. O valor de 0,2 utilizado foi proposto com base nos trabalhos de Rubio-Palis e col. (1994) e Mitchell e col. (1985) os quais coletaram, respectivamente, 19,4% e 18,0% de *An. albitarsis* alimentados ou alimentando-se em humanos. Santos & Forattini (1999), através de método indireto, estimaram o valor de $\bar{a}$ como 0,01 indicando que talvez a antropofilia desta espécie na localidade em estudo possa ser ainda mais baixa que aquela utilizada no cálculo.

Inversamente a *An. albitarsis*, os cálculos para *An. (Kerteszia)* foram prejudicados pelo desconhecimento da duração do ciclo gonotrófico. Supôs-se que a duração do ciclo fosse de 2 dias, como deduzido pela equação de Davidson (1954), mas admite-se que possa ser outro valor entre 2 e o encontrado em laboratório (4,84) e que o número utilizado represente antes o intervalo entre as picadas que a duração do ciclo propriamente dita. O valor proposto para a antropofilia - 0,86 - com base em Guimarães e col. (1987) e Forattini e col. (1987, 1989), foi muito superior ao de *An. albitarsis*. De fato, os anofelinos do subgênero *Kerteszia* são muito mais vorazes e causam muito maior incômodo que *An. albitarsis*.

A estimativa da sobrevivência através de marcação-soltura-recaptura requer as seguintes premissas: a marcação não afeta o comportamento e sobrevivência do vetor, os mosquitos permanecem marcados durante todo período de vida e a perda de mosquitos marcados é resultado antes da mortalidade que da dispersão.

Os experimentos realizados objetivando verificar a possibilidade de o pó afetar a sobrevivência dos vetores indicaram que isso não ocorria para *An. (Kerteszia)* e que eles permanecem marcados durante todo período de vida, pelo menos em condições de laboratório. Para *An. albitarsis* os dois testes empregados mostraram-se muito próximos ao nível de significância de 5%, sendo $p = 0,04623$ no teste de Cox e $p = 0,06166$ no teste de Gehan's Wilcoxon. Devido ao fato de o pó não afetar a sobrevivência de *An. (Kerteszia)* e da confirmação na literatura consultada (Reisen e col. 1979; Chiang e col. 1991), optou-se por aceitar a hipótese de igualdade entre as taxas de sobrevivência dos grupos marcado e controle. O confinamento de *An. albitarsis* na Fazenda Experimental foi registrado por Forattini e col. (1993c) os quais, tendo realizado capturas na mata residual no entorno da área, não detectaram presença significativa desta espécie. Todavia para *An. (Kerteszia)* restam dúvidas com relação à possibilidade de evasão da área de estudo.

A probabilidade de sobrevivência diária constitui o ponto crítico da Capacidade Vetorial porque a expectativa de vida do vetor é comparada ao período necessário para a esporogonia do parasita. Este é o fator chave para o desempenho como vetor. A duração do ciclo extrínseco de *Plasmodium* é altamente influenciada pela temperatura (Detinova 1962). Variação em décimos de graus pode indicar mudança na duração do ciclo. O fato de as temperaturas médias mensais não serem tão elevadas em Cananéia, a máxima registrada foi 26,2°C, condicionaria duração mínima de 9 dias para o desenvolvimento de *Plasmodium vivax* até a forma infectante. Assim, mesmo na época mais quente do ano, o mosquito teria de sobreviver pelo menos 9 dias para tornar-se infectante. Quando se examina a variação diária da temperatura (tabela 16) nota-se que há possibilidade de diminuição da duração do ciclo.

O valor encontrado para a probabilidade de sobrevivência diária de *An. albitarsis* $p = 0,61$ é consideravelmente inferior aos estimados para vetores como o *An. gambiae* $p = 0,819$ (WHO 1980) e 0,892 (Karch e col. 1992), embora outro método para estimativa de p tenha sido utilizado nestes trabalhos. Tais valores indicam expectativa de vida $(1/(-\ln p))$, respectivamente, de 5 e 8,7 dias para *An.*

gambiae e de 2 dias para *An. albitarsis*. É semelhante aos encontrados para *Anopheles darlingi* $p = 0,593$ (Charlwood e Alecrim 1989) e *Anopheles culicifacies* $p = 0,568$ (Reisen e col. 1980), ambos considerados vetores principais em suas áreas de ocorrência.

Kakitani e Forattini (2000), investigando a paridade de *An. albitarsis* na Fazenda Experimental, indicaram valores de p iguais a 0,5339 para o que chamaram de espécie A e 0,5566 para a espécie B. Tais dados, embora ligeiramente inferiores aos determinados pelo presente trabalho, também indicam expectativa de vida de aproximadamente 2 dias.

É importante salientar que o valor encontrado para a taxa de sobrevivência de *An. albitarsis* criados em laboratório $p = 0,716$, expectativa de vida de 3 dias, foi maior que o encontrado para mosquitos selvagens $p = 0,61$. Embora apenas um experimento tenha sido realizado, isto indica que tal recurso pode gerar valores distorcidos e, em que pesem as dificuldades na obtenção de dados de campo, estes devem ser sempre almejados.

Para *An. (Kerteszia)*, embora a taxa de picadas e a antropofilia possam indicar melhor desempenho vetor, as estimativas de sobrevivência obtidas pelo método de marcação-soltura-recaptura foram inferiores às de *An. albitarsis*. Ora, acredita-se que os mosquitos do grupo *Kerteszia* constituem os principais vetores de malária na Mata Atlântica de São Paulo (Deane 1986). Sendo ainda encontrados naturalmente infectados por variantes de *Plasmodium vivax* (Branquinho e col. 1997) e que, portanto, sobreviveram tempo suficiente para se tornarem infectantes. Deve-se considerar, nesse caso, que provavelmente fatores ainda desconhecidos estão interferindo na estimativa da sobrevivência desse grupo.

A recaptura de mosquitos marcados 32, 34 e 59 dias após a soltura neste trabalho e 35 e 56 em Ferreira e col. (1969a) parece incompatível com uma taxa de sobrevivência diária de 0,451. Barata (1988) sugeriu que a aplicação de inseticidas de efeito residual pudessem ter contribuído para a diminuição da

sobrevivência de *An. cruzii*. Todavia a utilização desse método de controle está interrompida há décadas na região. Deane e col. (1984) descreveram a migração de espécimes da copa em direção ao solo e vice-versa. Da mesma maneira, espécimes marcados poderiam se dispersar verticalmente e escapar do alcance das técnicas de captura empregadas. O fato de alguns autores terem encontrado espécimes que voaram em torno de um quilômetro do ponto de soltura (Corrêa e col. 1961; Ferreira e col. 1969b), também contribui para a hipótese de evasão da área de coletas, embora isso possa ser questionável face à presença no sítio Gentil de fontes sangüíneas, local de repouso e bromélias. A possibilidade de ocorrência de migração viola o pressuposto de que há pequeno movimento local e de que a probabilidade de capturar mosquito marcado é a mesma em todos os dias de recaptura e, nesse caso, o valor obtido para a sobrevivência ficaria, portanto, subestimado. A tentativa de inclusão na análise das três fêmeas capturadas posteriormente produziu valor de p muito elevado (0,94). Essa alta probabilidade de sobrevivência diária implicaria na existência de muitos indivíduos velhos na população, o que é conflitante com a baixa proporção de fêmeas paridas (23,56%) verificada neste trabalho.

Outra possibilidade é de que a taxa de sobrevivência não tenha sofrido viés pela migração, mas que não possa ser explicada pelo modelo utilizado, o qual pressupõe mesma probabilidade de sobrevivência para todos indivíduos da população. A impossibilidade de inclusão dos espécimes longevos nesse tipo de análise pode ter subestimado o valor da sobrevivência, porque considerou somente os indivíduos que viveram menos.

A estimativa da sobrevivência através da paridade foi dificultada pelo desconhecimento da duração do ciclo gonotrófico. Para tal cálculo, aceita-se que através do conhecimento da parcela da população que sobrevive a algum período crítico da vida, nesse caso a oviposição, possa-se deduzir a taxa de sobrevivência diária, admitindo que a probabilidade de sobrevivência não varia com a idade (Davidson 1954). Vários trabalhos sobre Capacidade Vetorial têm sido realizados considerando apenas esse tipo de análise para a sobrevivência (Romi e col. 1997; Romi 1999; Girod. e col. 1999; Karch e col. 1992).

A proporção de fêmeas paridas encontrada para a população de *An. (Kerteszia)* no presente trabalho, 23,56% é semelhante à obtida por Barata (1988) 24,01%, Luz e col. (1979) 24,5% ambas para *An. cruzii* e ligeiramente inferior a obtida por Forattini e col. (1996) 31,5% para *An. cruzii* e 27,4% para *An. bellator*. Além disso, no primeiro trabalho listado foi verificada a hipótese de igualdade entre a paridade ao nível da copa e ao nível do solo e não foi encontrada diferença estatística ao nível de 5% de significância. Esse achado indica que ainda que haja migração vertical como descreveu Deane e col. (1984), isso parece não afetar a distribuição etária da população e, portanto, o cálculo da sobrevivência diária por esse método.

Os experimentos de laboratório indicaram a duração média do ciclo gonotrófico como 3,5 dias com apenas um repasto e de 4,84 com mais que um repasto, ambos com moda igual a 4 dias. Como já mencionado, e a exemplo de *An. albitarsis*, o confinamento em laboratório tende a aumentar a duração do ciclo. Nesse caso, mesmo havendo discordância gonotrófica a duração do ciclo seria inferior a 4,84 dias. Quando o comprimento do ciclo não é conhecido, pode-se lançar mão de série sequencial de dados para estimar o valor de g que melhor se aproxima da taxa de sobrevivência encontrada. Nessa relação verificou-se que para taxa de paridade igual 23,56%, o valor de g que produz taxa de sobrevivência semelhante à obtida por marcação-soltura-recaptura (0,451) é de 2 dias, $p = 0,485$.

Outra estratégia de cálculo utilizada para mosquitos sem concordância gonotrófica é substituir a duração do ciclo pelo intervalo entre as picadas e considerar paridas inclusive as fêmeas que apresentam os folículos na fase III de Christophers ou além. Encontrar fêmeas nessas fases significaria a realização prévia de alimentação sangüínea e retorno para segundo repasto. Isto é, a proporção de fêmeas na fase III ou mais, sobreviveu x dias, com a mesma probabilidade p a cada dia. Utilizando dados de Forattini e col. (1996), os quais discriminaram as fases do desenvolvimento ovariano em suas dissecções, obtém-se $p = 0,59$ (para $g = 2$; 34,8% fêmeas paridas + fase III). Este valor é próximo ao estimado para a sobrevivência,

com ciclo gonotrófico de 3 dias na tabela 29. Cabe dizer que alguns autores têm argumentado que essa forma de análise tende a superestimar o valor de p (Burkot e Graves 1995). Dessa maneira, ainda permanece o impasse entre a baixa sobrevivência da população de *Kerteszia* em contraste com a extensa longevidade de alguns indivíduos.

A Capacidade Vetorial indica a taxa de contato entre as pessoas através da população vetora. Molineaux e Gramiccia (WHO 1980) relataram no Projeto Garki que valores superiores a 0,022 contatos seriam suficientes para a manutenção da endemidade naquela área. Esse limiar foi determinado pela condição de que o número de casos secundários gerados por um caso infeccioso fosse igual a um (R_0). Em áreas livres da doença, Girod e col. (1999) consideraram que haveria risco de transmissão quando o valor da Capacidade Vetorial fosse superior ou igual a um, igualando-a a R_0 . Entretanto, valores muito menores da Capacidade Vetorial, da ordem de 10^{-3} , podem gerar R_0 igual a um (Molineaux 1988). Se, hipoteticamente, um indivíduo com parasitemia fosse introduzido numa população inteiramente suscetível, apenas um contato seria necessário para produzir um caso novo. Considerando que o período de parasitemia dure, pelo menos, 10 dias, tem-se que 0,1 contato/homem/dia seria suficiente para a manutenção da endemidade. Isso implica que o valor da Capacidade Vetorial crítica para essa população seria 0,1. Esse valor é 5 vezes maior que o utilizado por Molineaux e Gramiccia, mas 10 vezes menor que o preconizado por Girod e col. No presente trabalho a Capacidade Vetorial manteve-se baixa durante todos os meses do ano, para ambos os grupos, sem nunca ter chegado a um. Por outro lado, em vários meses foi maior que o valor crítico apontado por Molineaux e Gramiccia. Esteve acima de 0,1 em janeiro, fevereiro, março e dezembro de 1997; janeiro, fevereiro e março de 1998; fevereiro e março de 1999 e janeiro e fevereiro de 2000.

A duração do ciclo extrínseco do parasita em contraposição à sobrevivência de *An. albitarsis* seria o principal motivo da baixa Capacidade Vetorial encontrada. Tal achado indica a pequena possibilidade de que *An. albitarsis* venha a manter malária endêmica no Vale do Ribeira, apesar de sua elevada densidade. É

importante salientar ainda que pouco se sabe sobre a competência vetorial das espécies A e B de *An. albitarsis*, presentes na Fazenda Experimental, mas a espécie *An. marajoara* está presente nos municípios de Iguape, onde já foi incriminada como vetor, e Ilha Comprida a cerca de 50 Km de Pariquera-Açu. Além disso, tem recentemente sido incriminada como vetora principal de malária no Estado do Amapá (Segura 1998).

Quando calculada diariamente, a Capacidade Vetorial apresentou-se pontualmente elevada, indicando a possibilidade de que em períodos restritos do ano *An. albitarsis* possa promover casos secundários de malária, a partir de um caso introduzido na área ou participar como vetor secundário em surtos da doença, transmitidos primariamente por outra espécie de *Anopheles*. Sua participação na transmissão estaria limitada, contudo por temperaturas médias mensais inferiores a 23°C quando a duração do ciclo extrínseco do parasita passa a ser superior a 13 dias e o valor da Capacidade Vetorial tende a zero.

Apesar da taxa de picadas/homem/dia não cair a zero no decorrer do ano, da discordância gonotrófica exigir maior número de picadas e da alta antropofilia indicarem maior Capacidade Vetorial para *An. (Kerteszia)*, a baixa sobrevivência da espécie determinou valores inferiores aos encontrados para *An. albitarsis*. A capacidade Vetorial foi diferente de zero nos meses de outubro de 1996 a março de 1997, mesmo assim o valor máximo encontrado foi 0,081. Esse valor indicaria pequena possibilidade de veiculação malárica, uma vez esse que grupo de mosquitos pouco promoveria o contato entre as pessoas.

Admite-se, em virtude do histórico da transmissão malárica na região que essa estimativa possa estar subestimada. O fato desse grupo ser caracteristicamente silvestre e *An. cruzii* ser preponderantemente de mata tem dificultado o conhecimento de sua bionomia, bem como seu controle, o mesmo tendo ocorrido no presente trabalho.

Apesar das dificuldades e da possibilidade de erros discutidas nos parágrafos anteriores, o modelo da Capacidade Vetorial mostrou-se condizente com as hipóteses sobre a participação de *An. albitarsis* na transmissão de malária. Pôde apontar que, sobretudo o binômio: duração do ciclo extrínseco e taxa de sobrevivência é o responsável por sua reconhecida atuação como vetor secundário, bem como em quais circunstâncias isso poderia ocorrer. Também mostrou que, mantidas as condições encontradas na Fazenda Experimental, essa espécie poderia atuar como vetor principal, se casos fossem introduzidos na área. Ressalvadas as limitações naturais deste tipo de extrapolação, poderia-se supor participação significativa de *An. albitarsis*, na transmissão de malária, em outras regiões do Vale do Ribeira que reproduzissem as condições encontradas na Fazenda Experimental. Cabe salientar ainda que, estando os fenômenos biológicos ligados à temperatura, a elevação prevista no aquecimento do planeta pode causar mudança importante nos valores da Capacidade Vetorial e, portanto, na receptividade em relação à malária estimada neste trabalho para o estado climático atual.

No caso de *Kerteszia*, o modelo aparentemente não foi capaz de prever a taxa de contatos, se admitido que esse foi o grupo primariamente responsável pela transmissão de malária na região e que suas características biológicas não sofreram alteração relevante nesse lapso de tempo. A análise dos fatores envolvidos na transmissão pôde detectar que provavelmente haja viés nos valores encontrados para a taxa de sobrevivência desse grupo. A origem poderia estar na não contemplação dos pressupostos da técnicas utilizada em campo, na inadequação da metodologia de análise ou na ausência de discriminação entre espécies ou variantes as quais fossem as verdadeiras responsáveis pela transmissão. Nesse caso, o valor da taxa de sobrevivência representaria valor médio entre populações presentes na área, das quais alguma delas é mais longaeva. Esse é mais um fator que poderia estar envolvido no dilema surgido entre a pequena expectativa de vida da população e a extensa longevidade de alguns indivíduos.

Em resumo, dois grupos de mosquitos são tratados aqui, um que habita o ambiente alterado e outro o silvestre. No ambiente modificado as suposições

de população fechada e sobrevivência independente da idade pareceram ser contempladas. A inundação e a seca do arrozal em períodos bem definidos constitui forte pressão seletiva para a sobrevivência de *An. albitarsis* e esse ritmo calculado pode aproximá-la das simplificações impostas pelo modelo de análise. Se, por um lado, essas populações pareçam bem adaptadas a esse ambiente, por outro também apresentam-se limitada a ele. No ambiente natural, ou, pelo menos, pouco alterado, as populações de *Kerteszia* têm área de circulação muito maior e devem ser consideradas abertas. A sobrevivência apresenta, provavelmente, padrão diferente daquele exibido por *An. albitarsis* por estar submetida a fatores ambientais menos previsíveis que os da Fazenda Experimental. Assim, pode-se afirmar que as populações naturais de *Kerteszia* apresentam características que não permitem as simplificações impostas pelo modelo empregado. Embora admita-se que a falta de discriminação entre as espécies possa constituir viés importante. Tal afirmação indica a necessidade da formulação de modelos mais realistas. Como citado inicialmente na introdução, nenhum modelo matemático poderá conter em si toda complexidade envolvida na transmissão de uma doença, mas deve ser capaz de representá-la de maneira logicamente coerente.

CONCLUSÕES

A taxa de picadas/homem/dia para *An. albitarsis* é muito elevada nos meses quentes, mas praticamente zero nos meses frios. Para *An. (Kerteszia)*, embora forte sazonalidade tenha sido registrada, essa taxa apresenta valores superiores a 17 picadas/homem/dia, durante todos os meses do ano.

A duração do ciclo gonotrófico de *An. albitarsis* foi de 2,5 dias em média, em condições de campo e 4 dias em laboratório. Para *An. (Kerteszia)*, não foi possível a estimativa da duração do ciclo no campo. No laboratório apresentou média de 3,6 dias com um repasto sanguíneo e 4,84 dias com múltiplos repastos.

O valor da taxa de sobrevivência diária de *An. albitarsis* foi 0,61. Para *An. (Kerteszia)* o valor encontrado, em torno de 0,43, mostrou-se incompatível com a extensa longevidade de alguns indivíduos.

O modelo da Capacidade Vetorial indicou possibilidade de ocorrência de malária, em ambiente alterado, veiculada por *An. albitarsis*. Os valores observados para os meses quentes, apontam a possibilidade dessa espécie participar como vetor principal ou secundário na transmissão. Tais observações mostraram-se coerentes com o histórico da transmissão malárica atribuída a essa espécie.

Os valores fornecidos pelo modelo para *An. (Kerteszia)*, em ambiente natural, indicam pequena possibilidade de veiculação malárica por esse grupo, à despeito das afirmações sobre sua participação na transmissão.

O presente trabalho demonstra ser possível obter informações relevantes para o planejamento em Saúde Pública, através da utilização de modelos matemáticos de transmissão, mesmo considerando as limitações da técnica empregada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barata EAM de F. Idade fisiológica de *Anopheles (Kerteszia) cruzii* Dyar e Knab, 1909 (Diptera: Culicidae) em populações de campo no Município de Cananéia, São Paulo, Brasil. São Paulo; 1988. [Dissertação de mestrado-Instituto de Ciências Biomédicas da USP].

Barata RB. **Malária e seu controle**. São Paulo: Hucitec; 1998.

Branquinho MS, Marrelli MT, Curado I, Natal D, Barata JMS, Tubaki R, Carréri-Bruno GC, Menezes RT, Kloetzel JK. Infecção do *Anopheles (Kerteszia) cruzii* por *Plasmodium vivax* e *Plasmodium vivax* variante VK247 nos Municípios de São Vicente e Juquitiba, São Paulo. **Rev Panam Salud Publica/Pan Am J Public Health** 1997; 2:189-93.

Burattini MN, Massad E, Coutinho FAB. Malaria transmission rates estimated from serological data. **Epidemiol Infect** 1993; 111:503-23.

Burkot TR, Graves PM. The value of vector-based estimates of malaria transmission. **Ann Trop Med Parasitol** 1995; 89:125-34.

Chadee DD, Beier JC, Mohammed RT. Laboratory studies of diel oviposition, fecundity, survival, and gonotrophic cycles in *Anopheles homunculus*. **J Am Mosq control Assoc** 1998; 14:153-8.

Charlwood JD, Alecrim WA. Capture-recapture studies with the South American malaria vector *Anopheles darlingi*, Root. **Ann Trop Med Parasitol** 1989; 83:569-76.

Chiang GL, Loong KP, Chan ST, Eng KL, Yap HH. Capture-recapture studies with *Anopheles maculatus* Theobald (Diptera: Culicidae) the vector of malaria in peninsular Malaysia. **Southeast Asian J Trop Med Public Health** 1991; 22:643-7.

Corrêa RR. Os vetores de malária no Estado de São Paulo. **Arq Hyg Saúde Públ** 1943; 19:119-32.

Corrêa RR, Lima FO, Coda D. Observations on the flight and longevity in nature of *Anopheles albitarsis domesticus*. **J Nat Mal Soc** 1950; 9:280-4.

Corrêa RR, Forattini OP, Guarita OF, Rabello E. Observações sobre o voo do *Anopheles (Kerteszia) cruzii* e do *Anopheles (Kerteszia) bellator*, vetores de malária (Diptera, Culicidae). **Arq Hyg Saúde Públ** 1961; 26:333-42.

Davidson G. Estimation of the survival-rate of anopheline mosquitoes in nature. **Nature** 1954; 174:792-3.

Deane LM, Ferreira Neto JA, Lima MM. The vertical dispersion of *Anopheles (Kerteszia) cruzii* in a forest in southern Brazil suggests that human cases of malaria of simian origin might be expected. **Mem Inst Oswaldo Cruz** 1984; 79:461-3.

Deane LM. Malaria vectors in Brazil. **Mem Inst Oswaldo Cruz** 1986; 81 (Suppl. II):5-14.

Detinova TS. **Age grouping methods in Diptera of medical importance with special reference to some vectors of malaria**. Geneva; 1962. (WHO-Monograph Series, 47).

Dye C. The analysis of parasite transmission by insects. **Ann Rev Entomol** 1992; 37:1-19.

Fernandez-Salas I, Rodriguez MH, Roberts DR. Gonotrophic cycle and survivorship of *Anopheles pseudopunctipennis* (Diptera: Culicidae) in the Tapachula Foothills of southern Mexico. **J Med Entomol** 1994; 31:340-7.

Ferreira E, Castro Filho J, Tomich A, Sá FT. Estudo da longevidade do *Anopheles (Kerteszia) cruzii* e do *Anopheles (Kerteszia) bellator* em condições naturais. **Rev Bras Malariol D Trop** 1969a; 21:823-28.

Ferreira E, Corrêa RR, Tomich A, Sá FT. Estudo sobre o raio de vôo do *Anopheles (Kerteszia) cruzii* e do *Anopheles (Kerteszia) bellator* em Guaratuba, litoral do Estado do Paraná, Brasil. **Rev Bras Malariol D Trop** 1969b; 21:819-22.

Forattini OP, Gomes AC, Galati EAB, Rabello EX, Iversson LB. Estudos ecológicos sobre mosquitos Culicidae no Sistema Serra do Mar. 2. Observações no ambiente extradomiciliar. **Rev Saúde Pública** 1978; 12:297-325.

Forattini OP, Gomes AC, Natal D, Santos JLF. Observações sobre a atividade de mosquitos Culicidae em mata primitiva da Encosta do Vale do Ribeira, São Paulo, Brasil. **Rev Saúde Pública** 1986; 20:1-20.

Forattini OP, Gomes AC, Natal D, Kakitani I, Marucci D. Preferências alimentares de mosquitos Culicidae no Vale do Ribeira, São Paulo, Brasil. **Rev Saúde Pública** 1987; 21:171-87.

Forattini OP, Gomes AC, Natal D, Kakitani I, Marucci D. Preferências alimentares e domiciliação de mosquitos Culicidae no Vale do Ribeira, São Paulo, Brasil, com especial referência a *Aedes scapularis* e a *Culex (Melanocomion)*. **Rev Saúde Pública** 1989; 23:9-19.

Forattini OP, Kakitani I, Massad E, Gomes AC. Studies on mosquitoes (Diptera: Culicidae) and anthropic environment. 1. Parity of blood seeking *Anopheles (Kerteszia)* in South-Eastern Brazil. **Rev Saúde Pública** 1993a; 27:1-8.

Forattini OP, Kakitani I, Massad E, Marucci D. Studies on mosquitoes (Diptera: Culicidae) and anthropic environment. 2. Immature stages research at a rice irrigation system location in South-Eastern, Brazil. **Rev. Saúde Pública**, 27 : 227-36, 1993b.

Forattini OP, Kakitani I, Massad E, Marucci D. Studies on mosquitoes (Diptera: Culicidae) an anthropic environment. 3. Survey of adults stages at the rice irrigation system and the emergence of *Anopheles albitarsis* in South-Eastern, Brazil. **Rev Saúde Pública** 1993c; 27:313-25.

Forattini OP, Kakitani I, Massad E, Marucci D. Studies on mosquitoes (Diptera: Culicidae) and anthropic environment. 4. Survey of resting adults and synanthropic behaviour in South-Eastern, Brazil. **Rev Saúde Pública** 1993d; 27:398-411.

Forattini OP, Kakitani I, Massad E, Marucci D. Studies on mosquitoes (Diptera: Culicidae) and anthropic environment. 5. Breeding of *Anopheles albitarsis* in flooded rice fields in South-Eastern Brazil. **Rev Saúde Pública** 1994; 28:329-31.

Forattini OP, Kakitani I, Massad E, Marucci D. Studies on mosquitoes (Diptera: Culicidae) and anthropic environment. 11. Biting activity and blood-seeking parity of *Anopheles (Kerteszia)* in South-Eastern Brazil. **Rev Saúde Pública** 1996; 30:107-14.

Forattini OP, Kakitani I, Santos R La C, Ueno HM, Kobayashi KM. Role of *Anopheles (Kerteszia) bellator* as malaria vector in southeastern Brazil (Diptera: Culicidae). **Mem Inst Oswaldo Cruz** 1999; 94:715-8.

Garrett-Jones C. Prognosis for the interruption of malaria transmission through assessment of the mosquito's vectorial capacity. **Nature** 1964; 204:1173-5.

Girod R, Salvan M, Simard F, Andrianaivolambo L, Fontenille D, Laventure S. Evaluation de la capacité vectorielle d'*Anopheles arabiensis* (Diptera: Culicidae) à l'île de La Réunion: une approche du risque sanitaire lié au paludisme d'importation en zone d'éradication. **Bull Soc Pathol Exot** 1999; 92:203-9.

Guarita OF, Costa FDA. Interrupção da transmissão de malária no Município de Cananéia. **Arq Hyg Saúde Públ** 1965; 30: 47-60.

Guimarães AE, Arlé M, Machado RNM. Mosquitos no Parque Nacional da Serra dos Órgãos, Estado do Rio de Janeiro, Brasil. IV. Preferência alimentar. **Mem Inst Oswaldo Cruz** 1987; 82:277-85.

Kakitani I. Observações preliminares sobre a paridade de *Anopheles (Kerteszia) cruzii*. São Paulo; 1992. [Dissertação de mestrado-Faculdade de Saúde Pública da USP].

Kakitani I, Forattini OP. Paridade e desenvolvimento ovariano de *Anopheles albitarsis* l.s. em área de agro-ecossistema irrigado. **Rev Saúde Pública** 2000; 34:33-8.

Karch S, Asidi N, Manzambi ZM, Salaun JJ. La faune anophélienne et la transmission du paludisme humain a Kinshasa (Zaïre). **Bull Soc Path Ex** 1992; 85:304-9.

Lounibos LP, Couto Lima D, Lourenço-De-Oliveira R, Escher RL, Nishimura N. Egg maturation in neotropical malaria vectors: one blood meal is usually enough. **J Vector Ecol** 1998; 23:195-201.

Luz E, Consolim J, Vieira AM, Borba AM. Alguns aspectos epidemiológicos da persistência da transmissão de malária no litoral paranaense. Idade fisiológica de *Anopheles cruzii*. (Dipetra: Culicidae) **Arq Biol Tecnol** 1979; 22:63-88.

Macdonald G. **The epidemiology and control of malaria**. London, Oxford: Univ Press; 1957.

Marucci D. Estudo exocorial de *Anopheles (Nyssorhynchus) albitarsis* s.l. com a utilização de microcópio eletrônico de varredura e sistema de análise de imagens. São Paulo; 1996. [Dissertação de mestrado-Faculdade de Saúde Pública da USP].

Milby MM, Reisen WK. Estimation of vectorial capacity: Vector survivorship. **Bull Soc Vector Ecol** 1989; 14:47-54.

Mitchell CJ, Monath TP, Sabattini MS, Cropp CB, Daffner JF, Calisher CH, Jakob WL, Christensen HÁ. Arbovirus investigations in Argentina, 1977-1980. II. Arthropod collections and virus isolations from Argentine mosquitoes. **Am J Trop Med Hyg** 1985; 34:945-55.

Molineaux, L. The epidemiology of human malaria as an explanation of its distribution, including some implications for its control . In: Wernsdorfer WH, McGregor I. Sir, eds. **Malaria: principles and practice of malariology**. London: Churchill Livingstone; 1988. p. 913-98.

Nedelman J. Inoculation and recovery rates in the malaria model of Dietz, Molineaux and Thomas. **Mathematical Biosciences** 1984; 69:209-33.

Polovodova VP. Physiological age grading in *Anopheles* females, i. e. number of gonotrophic cycles. **Med Parasitol** 1949; 18:352-5.

Quiñones ML, Lines JD, Thomson MC, Jawara M, Morris J, Greenwood BM. *Anopheles gambiae* gonotrophic cycle duration, biting and exiting behaviour unaffected by permethrin-impregnated bednets in the Gambia. **Medical Vet Entomol** 1997; 11:71-8.

Rachou RG. Anofelinos do Brasil: comportamento das espécies Vetoras de malária. **Trans Roy Soc Trop Med Hyg** 1958; 72:167-77.

Reisen WK, Mahmood F, Parveen T. *Anopheles subpictus* Grassi: observations on survivorship and population size using mark-release-recapture and dissection methods. **Res Popul Ecol** 1979; 21:12-29.

Reisen WK, Mahmood F, Parveen T. *Anopheles culicifacies* Giles: a release-recapture experiment with cohorts of known age with implications for malaria epidemiology and genetical control in Pakistan. **Trans Roy Soc Trop Med Hyg** 1980; 74:307-17.

Reisen WK. Estimation of vectorial capacity: Introduction. **Bull Soc Vector Ecol** 1989; 14:39-40.

Romi R, Pierdominici G, Severini C, Tamburro A, Cocchi M, Menichetti D, Pili E, Marchi A. Status of malaria vectors in Italy. **J Med Entomol** 1997; 34:263-71.

Romi R. *Anopheles labranchiae* an important malaria vector in Italy, and other potencial vectors in Southern Europe. **European Mosquito Bull** 1999; 4:8-10.

Rosa-Freitas MG, Deane LM, Momen H. A morphological, isoenzymatic and behavioural study of ten populations of *Anopheles (Nyssorhynchus) albitarsis* Lynch-Arribalzaga, 1878 (Diptera: Culicidae) including from the type-locality-Baradero, Argentina. **Mem Inst Oswaldo Cruz** 1990; 85:275-89.

Ross R. **The prevention of malaria**. 2nd ed. London, John Murray, 1911.

Rubio-Palis Y, Curtis CF, Gonzáles C, Wirtz RA. Host choice of anopheline mosquitoes in a malaria endemic area of western Venezuela. **Medical Vet Entomol** 1994; 8:275-80.

Santos R La C, Forattini OP. Marcação-soltura-recaptura para determinar o tamanho da população natural de *Anopheles albitarsis* l.s. (Diptera: Culicidae). **Rev Saúde Pública** 1999; 33:309-13.

Schiavi A. Nota sobre mosquitos vetores em Iguape. **Arq Hig Saúde Pública** 1945; 10: 69-75.

Segura MNO. Estudo do *Anopheles (Nys) darlingi* Root, 1926 e *Anopheles (Nys) albitarsis* Arribalzaga, 1878 (Diptera: Culicidae) como vetores de malária numa mesma área de transmissão e caracterização de espécies do complexo *albitarsis*. Belém; 1998. [Dissertação de mestrado-Centro de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Pará].

StatSoft Inc. Statistica [computer program] Version 4.5. Tulsa; 1994

Wilkerson RC, Parsons TJ, Klein TA, Gaffigan TV, Bergo E, Consolim J. Diagnosis by random amplified polymorphic DNA polymerase chain reaction of four cryptic species related to *Anopheles (Nyssorhynchus) albitarsis* (Diptera: Culicidae) from Paraguay, Argentina and Brazil. **J Med Entomol** 1995; 32:697-704.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **The Garki Project. Research on the epidemiology and control of malaria in the Sudan savanna of west Africa.** Geneva; 1980.